

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова**

**Сапожников С.П.**

## **Общая и медицинская экология**

Учебное пособие

Чебоксары 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. Основы общей и медицинской экологии.....</b>	<b>4</b>
<i>Введение .....</i>	<i>4</i>
<b>2. Биосфера, её структура и функции.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Экосистема (биогеоценоз), её структура.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Эволюция взаимоотношений «неживого» и «живого» (теории возникновения жизни на Земле) .....</b>	<b>18</b>
<b>5. Абиотические факторы.....</b>	<b>25</b>
<b>6. Влияние абиогенных факторов на живые организмы.....</b>	<b>27</b>
<b>7. Свойства живых организмов, выработанные на изменение экологических факторов.....</b>	<b>28</b>
<b>8. Биосфера. Законы развития биосферы.....</b>	<b>30</b>
<b>9. Принципы функционирования биосферы.....</b>	<b>35</b>
<i>Круговорот элементов.....</i>	<i>35</i>
<i>Поток энергии и формирование биомассы в биосфере .....</i>	<i>36</i>
<b>10. Литосфера.....</b>	<b>38</b>
<i>Неорганическая часть почвы.....</i>	<i>38</i>
<i>Почвообразующие процессы .....</i>	<i>40</i>
<i>Особенности почвы .....</i>	<i>41</i>
<i>Биологические факторы литосферы.....</i>	<i>42</i>
<i>Физические свойства литосферы .....</i>	<i>49</i>
<i>Химические факторы литосферы.....</i>	<i>52</i>
<i>Феномен литофагии.....</i>	<i>54</i>
<b>11. Гидросфера.....</b>	<b>55</b>
<i>Физические факторы гидросферы.....</i>	<i>56</i>
<i>Химические факторы гидросферы.....</i>	<i>58</i>
<i>Биологические факторы гидросферы.....</i>	<i>60</i>
<i>Вода как лечебно-оздоравливающее средство.....</i>	<i>61</i>

<b>12. Атмосфера .....</b>	<b>63</b>
<i>Физические факторы атмосферы .....</i>	<i>63</i>
<i>Химические факторы атмосферы.....</i>	<i>65</i>
<i>Биологические факторы.....</i>	<i>66</i>
<b>13. Экологические проблемы питания.....</b>	<b>66</b>
<b>14. Диалектика антропобиосферы.....</b>	<b>70</b>
<i>Источники загрязнения биосферы .....</i>	<i>71</i>
<i>Физико-химические и биохимические превращения водных загрязнений (самоочищение воды).....</i>	<i>71</i>
<i>Физико-химические превращения и биогеохимические циклы атмосферных загрязнений (самоочищение воздуха).....</i>	<i>72</i>
<b>15. Основы валеологии. Валеология как наука .....</b>	<b>74</b>
<i>Предмет валеологии .....</i>	<i>74</i>
<i>Адаптация как критерий здоровья .....</i>	<i>76</i>
<i>Объект валеологии.....</i>	<i>79</i>
<i>Методологические основы валеологии .....</i>	<i>80</i>
<i>Основные задачи валеологии.....</i>	<i>81</i>
<i>Дефиниций и понятийный аппарат .....</i>	<i>83</i>
<b>16. Человек и его здоровье с позиций системного подхода .....</b>	<b>87</b>
<i>Человек как система.....</i>	<i>87</i>
<i>Древние холистические системы .....</i>	<i>92</i>
<i>Здоровье и его механизмы с позиций системного подхода .....</i>	<i>95</i>
<b>ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>100</b>

«Удивительная деятельность горит во всей вселенной, которую не в состоянии ослабить никакая причина, все существующее, кажется, вечно подчинено необходимому изменению».

Ламарк.

## 1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ

### Введение

Слово «экология» образовано от греческого «ойкос», что означает дом, и «логос» - наука. Впервые это слово было использовано Э. Геккелем в 1866 г.

Существует довольно много определений экологии, однако большинство экологов считает, что экология – это наука, изучающая условия существования живых организмов, их взаимосвязи между собой и средой, в которой они обитают.

Люди, часто того не подозревая, обладая экологическими знаниями, применяют их в реальной жизни. Так, рыбак знает, что форель ловится в ручьях с быстрым течением и насыщенной кислородом водой. Этими эмпирическими знаниями располагал уже доисторический человек, который получал их при поиске добычи, строительстве убежища. Элементы экологии можно встретить в сочинениях ученых античного времени и средних веков. Труды Гиппократ, Аристотеля и других древнегреческих философов содержат сведения явно экологического характера. Весомый вклад в экологию внесли великие деятели «биологического Возрождения» XVIII-XIX веков. Антони Ван Левенгук был пионером в изучении пищевых цепей и регуляции численности организмов. По сочинениям английского ботаника Ричарда Брэдли видно, что он имел четкое представление о биологической продуктивности.

Чарльз Дарвин (в шутку, но как оказалось совершенно справедливо) утверждал: «в природе настолько все взаимосвязано, что существует связь даже между старыми девами и - бараньими котлетами».

Старые девы, как известно, очень любят кошек и разводят их во множестве. Кошки охотятся за мышами. Мыши разоряют гнезда шмелей. Вот поэтому гнезда шмелей особенно многочисленны около городов и деревень, так как здесь много кошек и мало полевых мышей. Шмели опыляют красный клевер, потому, что только они достают нектар из клевера. Где есть шмели, клевер отлично растет, а стада баранов хорошо на нем откармливаются.

Сто пятьдесят лет назад люди этого не знали. Чтобы обеспечить стада овец хорошим кормом, из Англии в Новую Зеландию завезли красный клевер, но при отсутствии шмелей он остался там бесплодным.

Как признанная самостоятельная научная дисциплина экология возникла в 1900 году, но ее название «экология» вошло в общий лексикон лишь в 1970-х годах. Сначала исследователи проводили резкую грань между экологией растений и экологией животных, но концепция биотического сообщества, разработанная Ф. Клементсом и В. Шелфордом, концепция пищевых цепей и круговорота веществ, разработанные Р. Мендеманом и Дж. Хатчинсоном, а также исследования озерных систем, проведенные Э. Бирджем, Чонси Джуреем и многими другими помогли создать теоретическую основу общей экологии. Её основными направлениями явилось изучение закономерностей существования новых живых существ во времени и пространстве, изменение численности организмов, а также изучение особенностей взаимодействия организмов между собой и с факторами среды обитания.

В настоящее время экология стала чрезвычайно дифференцированной наукой. Выделяют экологию поведения (аутэкология) задачами которой является изучение поведенческих реакций отдельных организмов в разных экологических условиях (выбор брачных партнеров, выбор пищи и других отношений с представителями своего вида). Задачей экологии популяций является изучение частоты рождаемости и смертности, то есть динамика и особенности регуляции её численности, а также процессов конкуренции, хищничества, мутуализма и других форм взаимоотношений между разными организмами. Синэкология изучает группы организмов разных видов, обитающих на определенной территории, влияние факторов, определяющих видовое разнообразие и взаимодействие между видами в сообществах. Задачами экологии экосистем являются: изучение организмов в экологических системах с акцентом на абиотические факторы, действующие в этих системах; изучение закономерностей круговорота веществ и энергии в экологических системах. Задачами медицинской экологии можно считать вопросы, связанные с распространением возбудителей инфекционных и паразитарных болезней, проблемы, связанные с молекулярными экологическими факторами (плазмиды), а также влияние факторов естественной среды обитания их интенсификация (экстремальные условия) и факторов антропогенного происхождения на процессы жизнедеятельности и резервы адаптации человеческой популяции.

Экология тесно связана с генетикой, биохимией, химией, физиологией, то есть стала междисциплинарной наукой, основу которой составляет экология человека. Особой задачей всех разделов и направлений экологии является необходимость научных предсказаний последствий увеличивающихся темпов и масштабов влияния деятельности человека на биосферу.

Однако, изучение различных экологических проблем невозможно без изучения «классической» экологии, важнейшей задачей которой остается выяснение общих закономерностей, присущих организму и среде, в которой он обитает.

## 2. БИОСФЕРА, ЕЁ СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ

Бернард Небел писал: «Космический корабль Земля уникален среди планет Солнечной системы. В тонком слое, где встречаются и взаимодействуют воздух, вода и земля, обитают удивительные объекты – живые существа, среди которых и мы с вами».

Ввиду того, что в биосфере все организмы объединены друг с другом сложной системой взаимосвязей, для упрощения данных исследований в экологии принято разделять биосферу на части рационального объема. Организмы в пространстве под действием определенных факторов объединяются на группировки общественного и необщественного характера.

К первым, то есть к *общественным группировкам*, относятся сообщества, которые по Рабо и Грассе обладают следующими признаками:

1. Все особи относятся к одному виду.
2. Особи держатся вместе либо благодаря взаимному притяжению (интераттракции), либо силой одностороннего импульса. Членов сообщества объединяют не внешние факторы, а влияние, исходящее от каждого из них.

Общественное влечение играет важную роль в образовании сообществ у позвоночных животных, но все особи испытывают влияние внешних факторов и подчиняются общим экологическим законам.

К группировкам *необщественного* характера относят:

1. Скопления – это собрание особей, относящихся к одному или нескольким видам и возникших под действием одного или нескольких факторов окружающей среды. Скопления носят случайный или временный характер. Примером скопления может служить совокупность разнообразных насекомых, вьющихся в летние ночи вокруг электрической лампочки.

2. Активные паразитарные сообщества. Они бывают форетические и комменсальные. В форетических сообществах транспортируемая особь (клещ) не причиняет никакого вреда животному – переносчику. Сообщества комменсалов представляют своего рода переход к общественному образу жизни, а именно морфологические и этиологические изменения совместно живущих животных часто соответствуют интересам их сообщества (рак отшельник и полихета).

3. Псевдообщественные сообщества – являются скоплениями под действием тигмотаксиса, т.е. стремления низших организмов к контакту с предметами (самки червеца на неровной поверхности остаются порознь, а на ровной они образуют скопления).

4. Биоценоз - по определению Мёбиуса – «это объединение живых организмов, соответствующее по своему составу, числу видов и особей некоторым средним условиям среды, объединение, в котором организмы связаны взаимной зависимостью и сохраняются благодаря постоянному размножению в определенных местах. Если бы одно из условий отклонилось на некоторое время от обычной средней величины, изменился бы весь биоценоз. Биоценоз также претерпел бы изменения, если бы число особей данного вида увеличилось или уменьшилось благодаря деятельности человека, или же

один вид полностью исчез из сообщества, или, наконец, в его состав вошел новый вид ».

Таким образом, биоценоз является самым крупным скоплением необщественного характера. Виды, образующие биоценоз, связаны друг с другом определенной взаимосвязью. Это отличает биоценоз и от скопления (где нет зависимости), и от сообщества (где существует интераттракция – взаимопритяжение). Взаимосвязь компонентов биоценоза такова, что изменения, касающиеся только одного вида, отражаются на другом, а могут привести к разрушению всего биоценоза. Взаимоотношения в биоценозе достаточно разнообразны, сюда можно отнести паразитизм, комменсализм, симбиоз, хищничество, а также общее взаимодействие, затрагивающее большое количество форм и ощущаемое видами биоценоза на расстоянии.

Биоценоз также находится в непосредственной зависимости от факторов внешней среды, в отличие от сообщества, которое представляет собой закрытую группировку и является относительно независимой от окружающей среды. Скопления же, как было сказано ранее, зависят преимущественно от одного фактора среды.

Биоценоз представляет собой группировку, находящуюся в состоянии стабильного равновесия и устойчивости во времени. Но следует оговориться, что данное состояние можно рассматривать только с точки зрения масштабов человеческой жизни. При рассмотрении состояния стабильности по геологической шкале времени можно отметить, что изменения климатических и возникновение других стрессовых факторов приводило к изменениям и исчезновению биоценозов.

Согласно классическому описанию биоценоза и сделанным в последующем разъяснениям можно придерживаться следующего определения:

Биоценоз – это группировка живых организмов, объединенных притяжением не взаимного характера, которая характеризуется определенным видовым составом и наличием взаимозависимостей; биоценоз занимает относительно однородное по абиотическим факторам пространство, именуемое *биотопом*.

Биоценоз характеризуется следующими понятиями:

1. Обилие или число особей на единицу площади или объема. Данный показатель изменяется во времени, то есть происходит изменение численности при сменах сезона, случайных воздействий и других внешних воздействиях. В этом случае говорят о периодичности изменений биоценоза.

2. Частота встречаемости того или иного вида в биоценозе – это отношение числа особей одного вида к общей численности особей, выраженное в процентах.

3. Постоянство присутствия вида в биоценозе. Постоянные виды встречаются более чем в 50% выборок; добавочные – в 25-50%, а случайные менее чем в 25% выборок.

4. Доминирование. Данное понятие означает влияние, оказываемое каким-либо видом в любом сообществе.

5. Верность. Этот показатель выражает степень привязанности вида к биоценозу. При этом различают следующие виды: а) характерные (эуценные), то есть свойственные исключительно одному биоценозу или гораздо обильнее в нем представленные, чем в других биоценозах; б) преферентные – предпочитающие – они встречаются в нескольких смежных биоценозах, но предпочитающие один из них; в) чуждые (ксероценные) – случайно попавшие в сообщество, к которому они принадлежат; г) виды убиквисты или индифферентные, способные существовать с равным успехом в нескольких биоценозах. То есть данные виды наиболее приспособлены к различным экологическим факторам.

6. Разнообразие или видовое богатство биоценоза. Данный показатель представляет собой цифровое выражение первого биоценотического принципа Тинеманна, который гласит, что большое число видов, каждый из которых представлен небольшим количеством особей, наблюдается при благоприятных условиях. Когда условия среды неблагоприятны, видов немного, но все они имеют высокую численность.

7. Структура видов организмов, входящих в биоценоз определяется расположением особей разных видов относительно друг друга в вертикальном и горизонтальном направлениях

В.И. Вернадский придавал огромное значение высшей форме развития материи на Земле – жизни: «Можно без преувеличения утверждать, что химическое состояние наружной коры нашей планеты, биосферы, всецело находится под влиянием жизни, определяются живыми организмами». В.И. Вернадский выделил «живое вещество» как совокупность организмов, заселяющих биосферу, которое состоит из:

- 1) всех живых организмов, животных и растительных, в том числе и всего человечества, существующих в данный момент;
- 2) всей той части вещества окружающей их среды – жидкой, твердой, газообразной, которая, безусловно, необходима для сохранения им жизни в короткий, но определенный промежуток времени;
- 3) всех выделений организмов, находящихся вне организмов в земной коре в тот же промежуток времени;
- 4) всех отмерших или отмирающих их частей, находящихся в тот же промежуток времени вне их;
- 5) всех трупов организмов и их остатков, находящихся в тот же промежуток времени на земной поверхности.

В.И. Вернадский в данном определении в живое вещество включил факторы внешней среды, подчеркивая глубокие взаимосвязи между «живым» и «неживым», так как первого без второго быть не могло и не может. В свою очередь, элементы неживой природы придают разнообразие структурным композициям и определяют качественную индивидуальность протекания обменных процессов в живом веществе.

Как видно из вышесказанного понятие биоценоза неотделимо от понятия биотопа, то есть пространства, занимаемого биоценозом.

По Дэвису биотоп представляет собой более или менее четко очерченное пространство, обладающее достаточными для поддержания жизни ресурсами. Биотоп может быть как неорганической, так и органической природы (у паразитов).

Таким образом, биоценоз и его биотоп составляют два неразделенных элемента, действующих друг на друга и образующих более или менее устойчивую систему, называемую *экосистемой*.

Термин экосистема ввел в 1935 году английский геоботаник А. Генсли. Итак, экосистема (синоним биогеоценоз) – это единый природный или природно-антропогенный комплекс (функциональное целое), образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и косные (вещества, в образовании которых живые организмы не участвовали) экологические компоненты соединены между собой причинно-следственными связями, обменом веществ и распределением потока энергии.

Количество и качество поступающей энергии, то есть «движущей силы» любой экосистемы является одной из отличительных их характеристик.

Энергию определяют как способность производить работу, а её свойства описываются законами термодинамики.

Первый закон термодинамики или закон сохранения энергии, гласит, что энергия может переходить из одной формы в другую, но она не исчезает бесследно. Свет, например, есть одна из форм энергии, так как его можно превратить в работу, тепло, т.е. в кинетическую энергию и потенциальную энергию пищи в зависимости от ситуации, но энергия при этом не пропадает.

Кинетическая энергия обусловлена непосредственным действием или движением. Световая, тепловая, электрическая энергия, энергия механического движения – все это различные ее формы. Потенциальная энергия как бы накапливается системой и называется химической.

Таким образом, всякий раз, когда энергия используется для выполнения какой-либо работы, или же под воздействием каких-либо факторов переходит из одной формы в другую, общее количество энергии во Вселенной остается неизменным.

Второй закон термодинамики или закон энтропии, формулируется по-разному, в частности так – процессы, связанные с превращениями энергии, могут происходить самопроизвольно только при условии, что энергия переходит из концентрированной формы в рассеянную (деградирует). Второй закон термодинамики можно сформулировать и так. Поскольку некоторая часть энергии всегда рассеивается, в виде недоступной для использования тепловой энергии, эффективность самопроизвольного превращения кинетической энергии в потенциальную (например, энергию химических соединений протоплазмы) всегда меньше 100%.

Энтропия (от греч. entropia - поворот, превращение) это мера количества связанной энергии, которая становится недоступной для использования. Этот термин также используется как мера изменения упорядоченности, которая происходит при деградации энергии. Важнейшей термодинамической характеристикой организмов, экосистем и биосферы в целом является способ-

ность создавать и поддерживать высокую степень внутренней упорядоченности, то есть состояние с низкой энтропией. В живых организмах метаболические процессы, т.е. превращение пищевых веществ, не ведут к возрастанию неупорядоченности или энтропии самих организмов, т.к. при всех процессах жизнедеятельности любой организм сохраняет присущую ему сложную и упорядоченную структуру. Процессы жизнедеятельности увеличивают энтропию не самих живых организмов, а окружающей их среды.

Сохранение внутренней упорядоченности всего живого возможно в связи с получением свободной энергии в виде пищевых веществ (или солнечного света) из окружающей среды и возвращением в нее эквивалентное количество энергии, но в менее полезной форме, преимущественно в виде тепла, которое и рассеивается во всей остальной Вселенной. Увеличение энтропии Вселенной при любых биологических процессах необратимо, что тем самым создает направление и движущую силу всем видам биологической активности (окисление 1 моля глюкозы увеличивает энтропию Вселенной на 44 кал/град). При любом биологическом процессе, происходящем в организме с затратой энергии макроэргических связей происходит преобразование одного вида энергии в другой (таблица 1) с обязательной потерей организмом (системой) энергии в виде тепла.

Таблица 1.

Биологические преобразователи энергии  
(Bennett T.P., Frieden E., 1967)

Преобразование энергии	Орган, в котором происходит преобразование энергии
Химической в электрическую	Мозг, нерв, нос, язык
Химической в механическую	Мышцы
Химической в осмотическую	Почка и все клеточные мембраны
Химической в энергию излучения	Орган люминесценции светляка
Световой в химическую	Хлоропласт
Световой в электрическую	Глаз
Гидростатической в электрическую	Внутреннее ухо
Звуковой в электрическую	Ухо

По своим энергетическим взаимоотношениям с окружающим миром любые организмы, сообщества, экосистемы могут находиться в трех состояниях, а именно:

- 1) обмениваться энергией и веществом со средой своего существования (открытые системы);
- 2) обмениваться со средой только энергией (закрытые системы);
- 3) не обмениваться со средой ни энергией, ни веществом (изолированные системы).

Наша планета в целом представляет собой закрытую систему, питающуюся мощным источником Солнечной и космической энергии.

Биосфера Земли относится к категории открытых систем, так как использует в качестве «сырья» материалы не только живой, но и неживой природы.

Открытый характер живых систем становится все более выраженным при переходе к их подсистемам: биоценозам, популяциям, видам, организмам, органам и клеткам. Однако все биологические системы являются ограниченно открытыми, так как их обмен веществ и энергий с внешней средой контролируется и регулируется.

В открытой системе (биологический организм) происходит непрерывный обмен со средой не только энергией, но и веществом. Вместо термодинамического равновесия наступает некоторое стационарное состояние системы (типа динамического равновесия), характеризующееся тем, что скорости химических реакций и диффузии метаболитов постоянны. Скорость стационарного состояния открытой системы и термодинамического равновесия проявляется в том, что в обоих случаях свойства системы не изменяются во времени. Отличие – в отсутствие изменения свободной энергии системы при термодинамическом равновесии, тогда как стационарное состояние открытой системы сопровождается изменением свободной энергии с постоянной скоростью. В стационарном состоянии энтропия открытой системы остается постоянной, хотя и не является максимальной. Постоянство ее энтропии поддерживается за счет того, что система непрерывно извлекает свободную энергию.

Энтропия и информация применительно к одним и тем же объектам характеризуют в них меру (негэнтропия) и содержание (информация).

Стабильность живой системы достигается благодаря негэнтропийным процессам в результате расхода макроэргических высокоструктурированных пищевых веществ. Процесс жизнедеятельности биологического организма есть негэнтропийный процесс структурообразования за счет химической энергии и низкой энтропии высокоструктурированных макроэргических соединений пищевых веществ, поступающих в организм. Суть этого процесса хорошо выразил Э. Шредингер: «Организм производит положительную энтропию, а отрицательная энтропия - это то, чем питается организм». Одним из наиболее выраженных примеров рассеивания энергии живыми организмами является старость. Старость это процесс отработки генетически заложенных программ деятельности, сопровождающийся нейтрализацией энергии, невозможностью метаболических и трансформационных процессов на высоком биологическом уровне, то есть процесс увеличения индивидуальной энтропии организма.

В явлениях старости проявляется неизбежная для всех необратимых процессов жизни деградация структуры, нарастание степени неупорядоченности живой системы, открытой для внешней среды (И.В. Давыдовский).

В процессе жизнедеятельности живой организм получает информацию из внешней среды, изменяет в соответствии с ней свою структуру. При этом сохраняется наследственно закрепленная специфичность функций биологического организма. В то время как информационное содержание его, харак-

теризующее упорядоченность структуры, практически растет беспредельно, термодинамическая вероятность, определяющая степень неорганизованности (хаотичности) системы, беспредельно уменьшается в живой системе в ходе биологической эволюции. Живой организм в ходе адаптации к окружающей среде сохраняет накопленную информацию.

Как известно, стационарное состояние системы означает постоянство ее параметров, несмотря на активный обмен с окружающей средой. Одним из необходимых моментов существования и развития биосферы является стационарность состояния отдельных популяций биологических организмов, обеспечиваемая внутренними механизмами, выработанными в результате эволюции данного вида живых организмов.

По характеру влияния своих подсистем системы могут быть целостными, в которых изменение одной части вызывает изменение других, и суммативными, в которых этого не происходит.

Целостный характер биосферы демонстрируется воздействием человека на какое-либо одно звено или подсистему биоценоза, которое влечет за собой катастрофические изменения в других его звеньях.

По топологии взаимодействия между элементами системы их можно разделить на: эндосистемы, деятельность которых связана с процессами преимущественного взаимодействия элементов внутри системы и экзосистемы, в которых преобладает взаимодействие их элементов со средой.

Типичным примером эндосистемы может служить организм, органы, ткани и клетки которого тесно взаимодействуют между собой и практически не имеют дела каждый в отдельности с внешней средой. Здесь действует принцип кооперации разнородных элементов, обеспечивающих гомеостаз как средство выживания.

Примером экзосистемы является популяция, в которой каждая особь самостоятельно взаимодействует с окружающей средой.

Биосфера в целом с разнообразием ее подсистемных внутренне взаимосвязанных биогеоценозов обнаруживает преобладание черт эндосистемы.

Функция биосферы определяется как повышение уровня структурной организации, накопления свободной энергии устойчивого неравновесия, появления и возрастания негэнтропии, которые достигаются за счет энергетических и материальных ресурсов неживой природы и реализуются в синтезе первичной биомассы и эволюции ее форм. В реализации этой функции различные подсистемы биосферы играют различную роль.

Так, если не считать небольшого участия прокариотных автотрофных микроорганизмов, современные зеленые растения являются производителями живого вещества на Земле. Вся жизнь на Земле существует за счет энергии, получаемой одним из самых разрушительных способов, известных человеку: в процессе, аналогичному взрыву водородной бомбы. На Солнце происходит непрерывное превращение водорода в гелий. При образовании одного атома гелия из четырех атомов водорода часть массы «исчезает» и превращается в энергию в соответствии с хорошо известной формулой Эйнштейна  $E = mc^2$ . Так как каждую минуту на Солнце исчезает более сотни миллионов тонн

массы, а скорость света очень велика, то высвобождается огромное количество энергии, которая излучается в пространство в виде электромагнитных волн разной длины. Именно благодаря использованию зелеными растениями этой энергии и материалов (углекислота, вода, соли) неживой природы, происходит создание органических структур с запасом свободной энергии устойчивого неравновесия (выработка негэнтропии).

Таким образом, общее направление превращений в растительной подсистеме биосферы или ее функцию можно определить как первичный синтез биомассы из неорганических источников, то есть создание исходного негэнтропного материала.

Общее направление превращений в животной подсистеме биосферы или ее функцию можно определить как прогрессивные преобразования биомассы, повышающие ее структурную организацию и уровень негэнтропии.

Функцию человеческой подсистемы биосферы можно определить как производство все новых орудий труда, позволяющих создавать небиологическим техническим путем свободную энергию негэнтропии в искусственных высокоорганизованных системах, воспроизводящих прямо или косвенно некоторые процессы, осуществлявшиеся ранее только живой материей. В отличие от растений и животных, вырабатывающих структурную и термодинамическую негэнтропию в своем теле, в себе, человек вырабатывает ее в машинах для себя.

Наглядным примером сказанного является классификация экосистем по источникам и уровню поступления энергии (таблица 1).

Таблица 1.

Классификация экосистем по источникам и уровню поступления энергии (Ю. Одум, 1986 г.)

Тип экосистемы	Приток энергии в год (ккал/м <sup>2</sup> )
1. Несубсидируемые природные, получающие энергию от Солнца (океан, леса)	≈ 20 000
2. Получающие энергию от Солнца, но с естественной энергетической субсидией. Это системы, производящие излишки органического вещества, которые могут выноситься в другие системы или накапливаться (эстуарии в приливных морях, дождевые леса)	≈ 20 000
Субсидируемые человеком, получающие энергию от Солнца (агро-экосистемы, аквакультуры)	≈ 20 000
Промышленно-городские системы, получающие энергию топлива. Эти системы зависят от экосистем первых трех типов, паразитируют на них, получая продукты питания и топлива	≈ 2 000 000

В эволюции живых организмов выделяют два энергетических направления. Первое связано с увеличением захвата энергии биосистемами, а второе – с повышением эффективности ее использования. В частности, повышение дыхательной функции является одним из главных эволюционных изме-

нений, то есть, прогрессивная эволюция живого мира связана с усилением интенсивности дыхания, или внутриклеточного энергообразования.

Для сравнения интенсивности дыхания разных по размеру организмов, вычисляют интенсивность дыхания условного организма массой в 1 г, используя показатель «а» из уравнения:  $Q_{O_2} = a \times W^{-B}$ , где  $Q_{O_2}$  – интенсивность дыхания,  $W^{-B}$  – масса организма, а – «коэффициент эволюции» (у простейших а – 0,09, насекомых – 3,15, птиц – 21,1 – 40,94, насекомоядных млекопитающих – 20,8, высших приматов – 36,5). Как видно из приведенных данных коэффициент «а» возрастает по мере усложнения организации животных (повышение уровня интенсивности дыхания).

Биологический смысл этого процесса состоит в увеличении мощности внутриклеточного энергообразования, а следовательно, и величины основного обмена, обеспечивающего полноту приспособительных реакций. Физический же смысл прогрессивной эволюции заключается во все большем удалении от состояния равновесия, от состояния той первичной среды, в которой возникли первые живые системы.

### 3. ЭКОСИСТЕМА (БИОГЕОЦЕНОЗ), ЕЁ СТРУКТУРА

В каждой экосистеме присутствуют два основных компонента: «живое вещество», то есть совокупность живых организмов (биотические факторы) и «косное вещество», дополненное физическими факторами и химическими веществами, образовавшимися в процессе жизнедеятельности организмов и под влиянием внешних физических процессов. Данный компонент экосистемы объединен общим названием – абиотические факторы (температура, свет, космическое излучение, ветер, химические элементы и другие).

*Биотическая компонента экосистем.*

На нашей планете присутствует огромное разнообразие экосистем.

В таблице 2 представлены основные биотические сообщества, на которых развивалось человечество и, которые поддерживают жизнь на Земле. Для более полного восприятия этих данных необходимо дать определение другого понятия отражающего совокупность видов растений и животных – биом. Но, в отличие от биоценоза, который характеризует сообщества различных видов, биом характеризует крупное системное географическое подразделение в пределах одной зоны (например, биом влажных тропических лесов в тропической зоне).

Таблица 2.

Основные типы природных экосистем и биомов биосферы (Ю. Одум, 1986 г.)

Биомы, экосистемы	Типы
Наземные биомы	1. Тундры – арктическая и альпийская
	2. Северные хвойные леса
	3. Листопадные леса умеренной зоны
	4. Тропические степи и саванны
	5. Чапараль и жестколистные леса
	6. Пустыни

	7. Полуувечнозеленые сезонные тропические леса
	8. Тропические дождевые леса
	9. Тропический скрэб или колючее редколесье
	10. Зональность в горах
Пресноводные экосистемы	1. Лентические (сточные воды): озера и пруды
	2. Лотические (текучие воды): ручьи и реки
	3. Заболоченные участки (болота и болотистые леса)
Морские экосистемы	1. Открытый океан (пелагическая)
	2. Область континентального шельфа (прибрежные воды)
	3. Области спвеллинга (плодородные районы с продуктивным рыболовством)
	4. Лиманы

Но, несмотря на это разнообразие всем им свойственна примерно одинаковая биотическая структура, то есть во всех экосистемах присутствуют одни и те же категории организмов, взаимодействующие друг с другом стереотипным образом. Эти категории следующие:

а) продуценты – это в основном зеленые растения, которые, используя световую энергию, осуществляют фотосинтез, то есть процесс превращения воды и двуокиси углерода в сахара с выделением в качестве побочного продукта, которым является кислород. Из сахаров и минеральных элементов, получаемых из почвы или воды, растения синтезируют все сложные вещества, входящие в состав их организма. Продуценты очень разнообразны (от одноклеточных водорослей до гигантских деревьев) и присутствуют как в водной так и в наземной экосистемах. В продуцентах накапливается энергия света, получаемая ими при синтезе органических веществ.

б) консументы – это самые разнообразные организмы от микроскопических бактерий до громадных синих китов. Животные, питающиеся непосредственно продуцентами, будь то огромные слоны или крошечные растительноядные клещи, называются первичными консументами. Их самих употребляют в пищу вторичные консументы. Бывают консументы третьего, четвертого и более высоких порядков, причем некоторые виды животных соответствуют нескольким таким уровням. Например, когда человек ест овощи – он первичный консумент, питаясь говядиной – вторичный, а если рыбу, то выступает в роли консумента третьего и более высокого порядка. Консументы по характеру употребляемой пищи делятся на фитофагов, плотоядных и всеядных.

в) детритофаги и редуценты. Мертвые растительные и животные остатки, продукты жизнедеятельности организмов и т.д. называются детритом. Организмы – консументы, специализированные на питании детритом, называются детритофагами (грифы, земляные черви, раки, термиты, муравьи и т.д.). Значительная часть детрита в экосистеме не поедается животными, а гниет и разлагается в процессе питания детритофагов - редуцентов, которыми являются некоторые виды грибов и бактерий.

Между представителями биотической компоненты биогеоценозов существуют самые разнообразные взаимоотношения, которые проявляются в

форме нейтрализма, симбиоза (мутуализм, комменсализм, хищничество, паразитизм), конкуренции и антагонизма.

Симбиоз (от греч. *simbiosis* – сожительство) – это очень распространенная форма во взаимоотношениях организмов, принадлежащих к разным видам. В рамках симбиоза различают мутуализм, комменсализм, хищничество и паразитизм.

*Мутуализм* – это взаимодействие между двумя организмами разных видов, которое выгодно для каждого из них. Например, азотфиксирующие клубеньковые бактерии обитают на корнях бобовых растений, конвертируя атмосферный азот в форму, доступную для усвоения этими растениями. Следовательно, бактерии обеспечивают растения азотом. В свою очередь растения обеспечивают клубеньковые бактерии всеми необходимыми питательными веществами. Мутуализмом можно считать также взаимодействие между микроорганизмами, обитающими в толстом отделе кишечника человека, и самим человеком. Для микроорганизмов выгода определяется тем, что они обеспечивают свои питательные потребности за счет содержимого кишечника, а для человека выгода состоит в том, что микроорганизмы осуществляют дополнительное переваривание пищи и еще синтезируют крайне для него витамин К. В мире цветковых растений мутуализмом является опыление насекомыми растений и питание насекомых нектаром растений. Мутуализм значим и в «переработке» органических веществ. Например, переваривание целлюлозы в желудке (рубе) крупного рогатого скота обеспечивается содержащимися в нем бактериями.

*Комменсализм* – это межвидовое взаимодействие между организмами, при котором один организм получает выгоду за счет другого, не повреждая его, тогда как другой организм от этого взаимодействия не имеет ни выгоды, ни ущерба. Например, некоторые виды морских полипов поселяются на поверхности тела крупных рыб, питаясь их выделениями, но для рыб данное сожительство является индифферентным, т.е. не имеет никакого значения.

*Хищничество* – это особый способ жизни, при котором один организм (хищник) живет за счет другого (жертвы), убивая его. Хищничество наблюдается уже у простейших. Например, известна инфузория дидиний (*Didinium nasutum*), которая является хищником для других простейших, в частности, парамеций. Плавая в воде, дидиний парализует парамецию, прикрепляется к ней, а затем заглатывает. Процесс переваривания одиночной парамеции составляет два часа.

Примеры хищничества высших животных в природе многочисленны. Убивая и поедая жертвы, хищники приносят вред популяциям организмов-жертв. Но хищничество иногда оказывается и полезным. Например, в северных широтах эта синхронность отмечается каждые несколько лет между численностями леммингов, мышей, с одной стороны, и питающихся ими песцов, лис и полярных сов, с другой.

*Паразитизм* – это форма взаимоотношений организмов, при которой один (паразит) живет за счет другого (хозяина). Как правило, хозяину присущи большие размеры тела, чем паразиту. В отличие от хищников

паразиты не должны убивать хозяев, иначе тем самым они убьют и себя. Поэтому паразиты вызывают болезнь хозяина, но смерть хозяина от этой болезни бывает лишь в очень редких случаях.

Паразитизм очень широко распространен в природе, но его следует отличать от сапробиоза, при котором организм питается мертвым материалом другого организма, хотя некоторые сапробионты иногда могут стать паразитами. С эволюционной точки зрения наиболее результативными являются те паразиты, которые вызывают незначительные повреждения хозяина.

В процессе эволюции паразитизма паразиты приобрели исключительную специализацию. Они потеряли, прежде всего, те органы, которые в условиях паразитизма перестали быть ценными для их существования. Напротив, у них развились новые органы, которые обеспечивают их способность существовать за счет хозяев, прикрепляясь к его клеткам, обитая в его полостях и жидкостях.

Среди морфологических и биологически специализированных модификаций паразитов наибольшую важность представляет способность к физиологической адаптации в организме хозяина и наличие сложных жизненных циклов, которые обеспечивают распространение их среди новых хозяев. Физиологическая адаптация к хозяину характеризуется хозяйской специфичностью, т.е. паразит может существовать лишь в хозяевах, принадлежащих к определенным видам. Иногда диапазон хозяйской специфичности является очень широким, в результате чего паразит может паразитировать на организмах многих видов, причем родственные виды хозяев иногда имеют и родственных паразитов. Однако часто хозяйская специфичность настолько узка, что паразит может использовать в качестве хозяина лишь организмы одного-единственного вида.

Предполагают, что эволюция видов паразитов и их хозяев шла синхронно (правило Фаренгольца). Хозяева оказывают влияние на эволюции паразитов, но и паразиты влияют на эволюцию хозяев. Например, резистентность к малярии, вызываемой в Западной Африке *P.falciparum*, связана с тем, что этот паразит является причиной появления новых аллелей в комплексе гистонесовместимости аборигенов.

Хозяев паразитов классифицируют на дефинитивных и промежуточных.

Организм-хозяин, в котором паразит приобретает половую зрелость, является *дефинитивным* (постоянным) хозяином, а организм-хозяин, в котором паразит проходит лишь некоторые стадии своего развития, служит *промежуточным* хозяином. Чтобы облегчить собственный перенос от одного хозяина к другому, паразиты часто используют промежуточных хозяев. Иногда завершение жизненного цикла паразита связано с последовательной сменой нескольких промежуточных хозяев.

Распространение паразитов определяется прежде всего географическим распространением их хозяев и переносчиков, а также климатическими условиями, в которых обитают их хозяева. Поскольку многие паразиты могут переходить от хозяина к хозяину, то онтогенез паразитов связан с модификаци-

ей их репродуктивной системы в направлении повышения ее мощности. В результате этого у паразитов развилась способность продуцировать потомство в огромных количествах. Повышение количества потомства часто связано с бесполом размножением, гермафродитизмом.

Паразитов классифицируют на временных (комары, мухи-жигалки, блохи и др.) и постоянных (простейшие, гельминты и др.) на эндопаразитов (простейшие, гельминты) и эктопаразитов (вши, блохи и др.). Паразитизм имеет важное значение в сельском хозяйстве и медицине, так как многие паразиты являются возбудителями болезней животных и человека.

*Конкуренция* – это взаимоотношение между организмами при использовании одинаковых жизненных ресурсов (пищи, света, территории и т.д.), которых, однако, недостаточно в определенных средах при значительном росте популяций. Поэтому она ведет к снижению плодовитости, повышению смертности и к другим неблагоприятным последствиям. Конкуренция бывает как внутривидовой, так и межвидовой и является отражением борьбы за существование. Обычно, в связи с одинаковыми пищевыми ресурсами, внутривидовая конкуренция более ожесточенная и зачастую может приводит к каннибализму. Конкуренция и борьба за существование играет большую роль сохранении численности популяции, а с точки зрения эволюции стимулирует процессы отбора.

*Антагонизм* – это форма межвидовых взаимоотношений, которая приводит к угнетению жизнедеятельности одного из видов. Например, некоторые виды растений выделяют фитонциды (биологически активные вещества), которые угнетают развитие растений других видов. Крайней формой проявления антагонистических взаимоотношений является антибиоз, когда происходит подавление роста организмов одного или нескольких видов. Чаще всего данная форма взаимоотношений встречается у бактерий и микроскопических грибов, некоторые из которых продуцируют антибиотики, такие как ампициллин, стрептомицин, тетрациклин и другие.

*Нейтрализм* – это совместное обитание популяций никак не сказывается ни на одной из них (белки и лоси в одном лесу, гидроидные полипы на раковине моллюска). Следует однако иметь в виду, что организмы, хотя и не вступают в непосредственный контакт, но, как члены одной экосистемы, связаны потоками вещества и энергии.

#### **4. ЭВОЛЮЦИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ «НЕЖИВОГО» И «ЖИВОГО» (ТЕОРИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ)**

##### **1. Идеалистические теории.**

Ключевой тезис, объединяющий практически все идеалистические теории – утверждение, все живые существа и человек созданы Богом и неизменны (креационизм).

##### **2. Теория стационарного состояния.**

Главный тезис: жизнь существовала всегда.

3. Теория панспермии (Ю. Либих, С. Аррениус, И. Рихтер).

Основной тезис: жизнь существует во Вселенной вечно и переносится с одного космического тела на другое в форме «зародышей» (спор микроорганизмов и др.)

Критический аргумент: споровые формы известных в настоящее время живых организмов не в состоянии находиться достаточно долго и мигрировать на значительные расстояния в условиях открытого космоса (глубокий вакуум, интенсивная радиация).

Примечание. На возможность зарождения жизни за пределами Земли и переноса ее в космическом пространстве свидетельствуют результаты исследований последних лет, в которых продемонстрировано наличие в метеоритах с возрастом около 4,5 млрд лет (углистые хондриты) частиц, чрезвычайно сходных по своей морфологии с некоторыми видами известных цианобактерий.

4. Теории самозарождения.

Основной тезис: живые существа могут возникать в результате одномоментных актов самозарождения из неорганического или простого органического материала.

Экспериментальные доказательства несостоятельности теорий самозарождения:

- итальянский ученый Ф. Реди показал, что белые черви в разлагающемся мясе на самом деле являются личинками, развивающимися из отложенных мухами яиц, а не представляют собой результат «самозарождения»;

- французский ученый Л. Пастер продемонстрировал невозможность самозарождения бактерий в колбах в колбах со стерильным бульоном, которые сообщаются с воздушной средой (доступ кислорода) посредством S-образной трубки (содержавшиеся в воздухе споры микроорганизмов оседали на изгибах трубки).

5. Теория абиогенного происхождения жизни (А.И. Опарин, Дж. Холдейн, Дж. Бернал).

Основные положения:

- 1) жизнь на Землю не занесена извне;
- 2) жизнь не возникла путем самозарождения;
- 3) жизнь является результатом длительной эволюции сначала неорганической, а затем органической материи;
- 4) живые существа для поддержания структуры и жизнедеятельности нуждаются в постоянном притоке вещества и энергии. Характерной чертой живых систем является самоорганизация, т.е. способность к формированию и усложнению своей структуры без использования какой-либо внешней информации;
- 5) основу живой материи составляют химические элементы I (H), II (C, N, O), III (P, S) периодов Периодической системы Д.И. Менделеева; основной растворитель – вода.

Современные научные теории утверждают, что все живые существа обретают формы и функции с помощью самоорганизации. Можно представить, что, например, в определенном пространственно-временном отрезке хаотической неравновесной среды находится набор элементов, которые под влиянием внешнего воздействия, будучи к нему восприимчивыми, начинают действовать согласованно, объединяются в структуру, выделяя тем самым себя из среды.

Данное воздействие, произошедшее опосредованно (т.е. не при прямом контакте) осуществляется за счет электромагнитных волн определенной частоты. Именно благодаря им любые тела способны чувствовать друг друга, обмениваясь информацией. В зависимости от среды взаимодействия, а также длины волны и ее частоты передача осуществляется или на расстоянии, или при непосредственном контакте объектов.

Материальный мир состоит из структур с различной степенью временной устойчивости. Атом – высоко устойчивая структура, хотя и является производной квантов, кварков, нуклонов. Атомы, вступая в физико-химические связи, формируют органические и неорганические молекулы, являющиеся менее устойчивыми, чем атом. Молекулы, являясь колебательными системами, создают более сложные низко- и высокомолекулярные колебательные системы, из которых строятся клетки. Клетка с одной стороны является продуктом неживой природы, а с другой – «кирпичиком» любого живого организма.

Волновые потоки или аутоволны биообъектов формируются за счет внутренних энергетических процессов, основные параметры которых определяются спецификой организации структурных элементов организма различного уровня (молекула, клетка, . . . целостный организм). Аутоволны контролируют все процессы, протекающие в клетке, но ни один организм не может существовать без экзоволн той среды, где он был создан.

Экзоволны – это волны, формирующиеся внешними по отношению к организму телами и энергетическими полями. Одним из наиболее важных и значимых источников экзоволн является Солнце. Экзоволны имеют огромное значение в организации всех жизненно важных процессов биологических систем. Сочетание ауто и экзоволн лежит в основе формирования сложнейших метаболических превращений. Энергия экзоволновых воздействий может накладываться на энергию аутоволн, приводя к их активации или подавлению.

С увеличением сложности структурной организации организма его функциональные возможности совершенствуются. Организм выделяется из среды, становится самостоятельным, т.е. может автономно существовать и самовоспроизводиться, но выделившись из среды, противопоставляет ее себе, что послужило началом совершенствования приспособительных механизмов.

Живое вещество нашей планеты (биосфера) представлено различными по сложности организмами, которые наделены способностью к самопостроению (формирование и выживание биосистемы) и самовоспроизведению (ре-

продукция). В основе реализации этих способностей лежат типовые специализированные структуры. На молекулярном уровне – это 20 аминокислот, близкие по составу липиды и углеводы, субстраты для депонирования энергии (соединение фосфорных кислот), единый способ сохранения информации – ДНК и РНК.



На клеточном уровне субстрат живого характеризуется функционально выделяемыми и структурно оформленными органеллами, на тканевом и органном – наличием функционально однородных популяций клеток, образующих многоклеточные более высоко организованные структуры – ткани. Организменный уровень обнаруживает невероятное разнообразие как видов, так и особей внутри одного вида, каждая из которых имеет свои индивидуальные свойства. Совокупность отдельных особей образует популяцию, которая на еще более высоком уровне живого является основой для образования биогеоценозов – структур, составляющих биосферу. Чем более высокий уровень организации материального объекта – тем более сложна его структура и адекватно сложности структуры возрастает сложность функции (таблица 3).

Таблица 3.

Структура	Элементарные частицы	Атомы	Молекулы
Функция	Физические поля	Свойства химических элементов	Свойства химических веществ

Надмолекулярные структуры	Клетка	Орган	Система
Свойства химических соединений	Жизнь	Специализированные функции в организме	Жизненно необходимые функции организма

Организм	Популяция	Биогеоценоз
Автономное поведение во внешней среде	Сохранение генофонда вида	Сохранение видов и межвидовых потоков энергии вещества, информации
Биосфера		
Сохранение планетарных и межсредовых потоков энергии, вещества, информации (сохранение жизни на планете)		

Реализация жизни как основной функции любой структуры, осуществляется постоянной циркуляцией потоков пластических веществ, энергии и информации между элементами структуры, с одной стороны, между биосистемами и средой ее обитания – с другой. Именно они – эти потоки – и определяют наличие феномена жизни.

В.И. Вернадский определил биологическую систему как структуру (клетка, организм, популяция, биоценоз и т.д.), выполняющую некоторую функцию (биохимическую, физиологическую, биоценотическую и т.д.).

Биологическая система:

- 1) взаимодействует со средой и другими системами как единое целое;
- 2) состоит из иерархии подсистем более низкого уровня и, в свою очередь, является подсистемой для систем более высокого порядка;
- 3) непрерывно осуществляет адаптивную перестройку своей деятельности по сигналам обратной связи о ее результатах;
- 4) проявляет свойства самоорганизации, саморегулирования и саморазвития.

Живое вещество является тонкой пленкой на поверхности Земли, развитие которой происходит под преимущественным воздействием космической энергии и прежде всего Солнца.

В.И. Вернадский выделял три силы, которые воздействуют на «неживое» («косное» вещество).

Первая сила – это хлорофильные организмы, которые выделяют свободный кислород в атмосферу. Если бы их не было, то за одно тысячелетие изменился бы состав нашей атмосферы и остановились бы все те многочисленные минеральные процессы, которые идут в коре выветривания благодаря нахождению в атмосфере и соприкасающихся с ней водах свободного кислорода.

Второй силой, меняющей неживое вещество, является автотрофная жизнь, которая не зависит от энергии Солнца, а получает энергию для жизненных процессов из минералов.

Третья огромная область участия организмов в геохимических процессах Земли – это роль растений и животных в истории горючего – углей, торфов, нефти. Благодаря жизнедеятельности живого вещества осуществляется круговорот всех химических элементов.

Важное следствие иерархической организации, подчеркнутое Вернадским, состоит в том, что по мере объединения компонентов или подмножеств в более крупные функциональные единицы, у этих новых единиц возникают новые свойства, отсутствовавшие на предыдущем уровне. Такие качественно новые эмерджентные свойства экологического уровня или экологической единицы нельзя предсказать, исходя из свойств компонентов, составляющих этот уровень или единицу. Для иллюстрации принципа эмерджентности можно привести следующие примеры. Водород и кислород, соединяясь в определенном соотношении, образуют воду, жидкость, совершенно непохожую по своим свойствам на исходные газы.

Водоросли и кишечнополостные, эволюционируя совместно, образуют систему кораллового рифа, возникает эффективный механизм круговорота элементов питания, позволяющий такой комбинированной системе поддерживать высокую продуктивность в водах с очень низким содержанием элементов.

Фейблмен считал, что при каждом объединении подмножеств в новое множество возникает по меньшей мере одно новое свойство. Качественно новые, то есть эмерджентные свойства, возникают только в результате взаимодействия компонентов, а не в результате изменения природы этих компонентов.

Функции жизни в биосфере - биогеохимические функции - неизменны в течение геологического времени, и ни одна из них не появилась вновь в ходе геологического времени. Они непрерывно существуют одновременно" [13].

В.И. Вернадский выделил 9 биогеохимических функций биосферы:

- 1) газовую;
- 2) кислородную;
- 3) окислительную;
- 4) кальциевую;
- 5) восстановительную;
- 6) концентрационную;
- 7) разрушения органических соединений;
- 8) восстановленного разложения органических соединений;
- 9) метаболизма и дыхания организмов.

Газовую функцию биосферы выполняют все живые организмы. Совокупность газовых реакций живых веществ правильно выделить в единое целое, как самостоятельную функцию, важную часть газового режима планеты:  $N_2$  -  $O_2$  -  $CO_2$  -  $CH_4$  -  $H_2$  -  $NH_3$  -  $H_2S$ . Все эти газы биосферы теснейшим образом связаны с жизнью, создаются и изменяются биогенным путем.

Кислородную функцию в биосфере осуществляют в основном хлорофильные растения, которые образуют свободный кислород из  $CO_2$  воды, нитратов и т.п.

Окислительную функцию в биосфере выполняют автотрофные бактерии, которые окисляют более бедные кислородом соединения, такие, как  $FeCO_3$ ,  $MnCO_3$ ,  $NO_3$ ,  $H_2S$ ,  $N_2$ ,  $S$  и т.д. Эта реакция, по мнению В.И. Вернадского, имеет место для всех соединений элементов, способных в биосфере давать несколько стадий кислородных соединений, т.е. для Fe, Mn, S, Cu, N, C, H.

Кальциевую функцию в биосфере осуществляют хлорофильные водоросли, бактерии, мхи, одноклеточные животные организмы (корненожки, радиолярии); позвоночные, водные, главным образом морские организмы, образующие кальциевые скелеты (ракообразные моллюски, иглокожие, кораллы, гидроиды, брахиоподы, мшанки позвоночные), которые выделяют кальций в виде чистых углекислых, щавелевокислых, фосфорнокислых и других солей.

Восстановительную функцию в биосфере осуществляют бактерии (резко выражена для сульфатов), создающие  $H_2S$ ,  $FeS_2$  и другие сернистые металлы ( $ZnS$ ,  $CuS$  и др.) непосредственно и через биогенный сероводород.

Концентрационную функцию в биосфере выполняют животные и растительные организмы разных семейств, а также одноклеточные и многоклеточные, которые осуществляют скопление отдельных элементов из их рассеяния в биосфере. Это характерно для углерода и для многих других элементов: Ca, N, Fe, Mn, Cu, Ba, Sr, I, V, K, Na, Si.

Функцию разрушения органических соединений в биосфере несут главным образом бактерии и грибы, они разлагают сложные органические вещества до  $H_2O$ ,  $CO_2$  и  $N_2$ .

Функцию восстановительного разложения органических соединений в биосфере выполняют, главным образом, бактерии, которые образуют  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $H_2$  и т.п.

Функцию метаболизма и дыхания организмов в биосфере осуществляют все живые организмы, которые поглощают  $O_2$  и  $H_2O$  с выделением  $CO_2$  и сложных органических веществ.

В.И. Вернадский сделал три весьма важных вывода:

1. Все без исключения биогеохимические функции живого вещества в биосфере могут быть исполнены простейшими одноклеточными организмами.

2. Невозможен организм, который мог бы один справиться с этими биогеохимическими функциями.

3. В ходе геологического времени происходила смена разных организмов, замещавших друг друга в исполнении данной функции, без изменения самой функции.

В результате выполнения организмами биогеохимических функций в биосфере происходит постоянный естественный круговорот химических элементов.

Организмы постоянно изменяют физическую и химическую природу инертных веществ, отдавая в среду новые соединения и источники энергии. Так, состав морской воды и донных илов моря в значительной мере определяется активностью морских организмов. Растения, живущие на песчаной дюне, образуют на ней почву, совершенно отличную от исходного субстрата. Ярким примером изменения абиотической среды является коралловый атолл.

Биологический контроль над абиотической средой, имеющий глобальный уровень, послужил основой гипотезы Геи (Гея – древнегреческая богиня Земли). Авторами данной гипотезы являются инженер Джеймс Павлок и микробиолог Линн Маргулис (1974 г.). Они пришли к выводу, что состав атмосферы с ее уникальным высоким содержанием кислорода и низким содержанием двуокиси углерода, а также умеренные температурные условия и условия кислотности на поверхности Земли нельзя объяснить, если не учитывать, что основную роль здесь сыграла буферная активность ранних форм жизни. Она продолжалась координированной активностью растений и микроорганизмов, сглаживающей колебания физических факторов, которые про-

явились бы в отсутствие хорошо организованных живых систем. Например, аммиак, выделяемый организмами, поддерживает в почвах и донных осадках рН, благоприятный для жизнедеятельности самых разнообразных организмов. Без этого продукта жизнедеятельности значение рН в почве могло бы стать таким низким, что лишь очень немногие виды организмов оказались бы способными выжить в таких условиях.

Приведенные в таблице 4 данные наглядно демонстрируют состав атмосферы Земли при отсутствии жизни. И естественно сложно предположить, что химический состав атмосферы преобразовался без какой-то мощной системы, без деятельности живых организмов.

Таблица 4.

Состав атмосферы и температуры на планетах Солнечной системы по Лавлону (1979)

	Марс	Венера	Земля без жизни	Земля
Двуокись углерода, %	95	98	9,8	0,03
Азот	2,7	1,9	1,9	79
Кислород	0,13	Следы	Следы	21
Температура поверхности, °С	- 53	477	290	13

## 5. АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Как мы уже упоминали, к абиотическим факторам относятся химические и физические факторы внешней среды (свет, температура, излучение космоса, ветер, вода, химические элементы, огонь и т.д.). Естественно все эти факторы действуют на организм одновременно. Степень присутствия или отсутствия каждого из них существенно отражается на жизнедеятельности организмов, но неодинаково в случае разных видов. Это сильно влияет на экосистему в целом. Качественное и количественное проявление абиотических факторов, безусловно, контролирует активность жизни на Земле. Значимость данного влияния основано на том, что именно «косное вещество» явилось «почвой» или «материнской» средой для зарождения жизни.

Характеризуя многообразие абиотических факторов на наш взгляд более рационально их представить в качестве классификации, основанной на теории советского эколога Монгадского (1958). Но прежде, чем приступить к рассмотрению данного вопроса, необходимо остановиться на трактовке некоторых терминов.

В экологии принято называть абиотические факторы, оказывающие влияние на жизнеспособность организмов экологическими факторами. Учитывая, что нельзя с полной уверенностью сказать, что не может создаться ситуация (в относительно большой промежуток времени) когда тот или иной

фактор, имеющий высокую переносимость большинством видов, изменит свои характеристики, а также учитывая многообразие видов и их неравномерное распределение на Земле целесообразно считать все абиотические факторы экологически значимыми.

Таблица 5.

Абиотические (экологические) факторы

Постоянство фактора	
Постоянно действующие	Геохимические условия (при определенных условиях) (почвообразующие породы, водоупорные слои)
Периодические первичные	Излучение космоса, солнца, определяющие температурный и световой режим
Периодические вторичные	Влажность воздуха, осадки, ионизация воздуха, атмосферное давление. Пищевой фактор
Апериодические	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Резкие изменения физических и химических факторов воздушной среды, связанные с атмосферными циркуляциями.</li> <li>2. Резкие изменения физических и химических факторов атмосферы, гидросферы и литосферы, обусловленные природными катастрофами (извержение вулканов, цунами, торнадо, пожары и т.д.)</li> <li>3. Антропогенные выбросы</li> </ol>

В основу данной классификации положены реакции живых организмов, подвергшихся действию этих факторов. Она также в определенной степени принимает во внимание насколько это возможно, степень совершенства адаптации организмов, которая тем выше, чем древнее данная адаптация. Данный подход очень близок к представлениям Пренана, согласно которому «в основе экологии лежит идея адаптации, то есть определенной корреляции между организмом и его средой обитания».

По Мондгадскому, адаптация в первую очередь устанавливается по отношению к факторам среды, которым свойственна правильная периодичность – дневная, лунная, активность Солнца. Регулярные циклы, вызывающие изменения этих факторов, существовали задолго до появления жизни на Земле, и этот факт объясняет, почему адаптация живых организмов к первичным периодическим факторам прочно укоренилась в наследственной основе. Это же утверждение относится к постоянно действующим факторам (при условии, что живые организмы не подвергаются миграции). С постоянно действующими и первичными периодическими факторами связано существование обширных климатических зон, и они в большей мере определяют границы распространения видов. В целом адаптивные реакции организмов на постоянно действующие и первичные периодические факторы сходны у всех групп животных и не обнаруживают специфики. Так, математические законы, относящиеся к действию температуры на явления жизнедеятельности,

практически одинаковы у столь далеких групп, как насекомые и позвоночные. А содержание химических элементов в живых организмах является следствием химического состава среды обитания.

Изменения вторичных периодических факторов являются следствием изменений первичных периодических факторов. Они не столь древнего происхождения и адаптация к ним не так четко выражена и одновременно более разнообразна в различных зоологических группах.

Апериодические факторы не только создают экстремальные условия (часто не совместимые с жизнью), но и изменяют на различные временные интервалы вторичные и первичные периодические, а также постоянно действующие факторы.

## **6. ВЛИЯНИЕ АБИОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ**

В характере влияния факторов окружающей среды на живые организмы установлены несколько закономерностей.

I. Закон минимума Либиха. Идея в том, что выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей, впервые была ясно показана в 1840 г. Ю. Либихом. Он установил, что урожай культур часто ограничивается (лимитируется) не теми элементами, которые требуются в больших количествах, такими, например, как двуокись углерода и вода, а теми, которые требуются в небольших количествах (например, цинк), но которых и в почве очень мало. Данный закон дополняют два вспомогательных принципа. Первый – ограничительный говорит, что данный закон применим только в условиях стационарного состояния, т.е. когда приток и отток энергии и веществ сбалансирован. При изменении стационарного состояния, например, добавлением лимитирующего фактора, продуктивность растений будет увеличиваться до тех пор, пока система снова не придет в стационарное состояние. Второе дополнение касается взаимодействия факторов, которое выражается в том, что высокая концентрация или доступность одного вещества может изменять скорость потребления элемента питания, содержащегося в минимальном количестве. Иногда организм способен заменять, хотя бы частично, дефицитный элемент другим, химически близким. Показано, что некоторым растениям нужно меньше цинка, если они растут не на ярком солнечном свете, а в тени.

II. Закон пределов толерантности Шелфорда. Он гласит, что лимитирующим фактором может быть не только недостаток, но и избыток факторов. Диапазон между этими двумя величинами принято называть пределами толерантности. Закон дополняется несколькими принципами. 1. Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий диапазон в отношении другого. 2. Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены. 3. Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида,

то может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам. Например, при низком содержании азота для предотвращения увядания требуется больше воды, чем при высоком его содержании. 4. В природе организмы очень часто оказываются в условиях, не соответствующих оптимальному диапазону того или иного фактора, определенному в лаборатории. Пользоваться оптимальными условиями среды организмам часто мешают межпопуляционные и внутривидовые взаимоотношения (конкуренция, хищники, паразиты). 5. Период размножения обычно является критическим, т.к. многие факторы среды в этот период часто становятся лимитирующими.

III. Закон оптимума. Данный закон говорит о том, что факторы среды ощущаются организмом в пределах толерантности по-разному.

Рис. На стр. 34 рукопись.

Влияние средовых факторов на живые организмы отражают и биогеохимические принципы, сформулированные В.И. Вернадским.

1. Биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению.

2. Эволюция видов, в ходе геологического времени приводящая к созданию устойчивых в атмосфере форм жизни, идет в направлении, усиливающем биогенную миграцию атомов.

## **7. СВОЙСТВА ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ, ВЫРАБОТАННЫЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Как мы уже отмечали, организмы не являются всего лишь рабами физических условий среды; они приспособляются сами и изменяют условия среды так, что бы ослабить действие лимитирующих факторов. Такая компенсация факторов внешней среды особенно эффективна на уровне сообществ, но возможна и на уровне вида. Виды с широким географическим распространением почти всегда образуют адаптированные к местным условиям популяции, называемые экотипами.

Компенсация факторов в местных или сезонных градиентах может также осуществляться за счет физиологической адаптации органов или сдвигов взаимоотношений «фермент-субстрат» на клеточном уровне. У животных, особенно у крупных, с хорошо развитой локомоторной способностью, компенсация факторов возможна благодаря адаптивному поведению – они избегают крайностей местного градиента условий. Например, ящерицы днем выходят на солнце, а ночью прячутся под нагретые камни или в норки. Такая поведенческая реакция поддерживает необходимую температуру тела. На уровне сообществ компенсация факторов чаще всего осуществляется сменой видов по градиенту условий среды как широтному (миграции), так и сезонному.

Экосистема в целом тоже реагирует на изменение внешних (средовых) и внутренних (межвидовых) факторов. Изменение экосистем называется экологической сукцессией, которая состоит в изменении во времени видовой структуры и биоценологических процессов. Если сукцессионные изменения определяются преимущественно внутренними взаимодействиями, то говорят об аутогенной (т.е. самопорождающейся) сукцессией. Если же на изменения регулярно воздействуют или контролируют их внешние силы среды (штормы, пожары), то такую сукцессию называют аллогенной (порожденной извне). Различают первичные и вторичные сукцессии.

Первичной сукцессией называется процесс развития и смены экосистем на незаселенных ранее участках, начинающейся с их колонизации. Классическим примером является процесс постепенного обрастания голой скалы с развитием в конечном итоге на ней леса. Как это происходит. Голый камень малопригоден для жизни. Однако мхи могут расти и в таких условиях. При малейшем увлажнении рост усиливается с формированием как бы ковра на поверхности скалы. Он как сито улавливает частицы породы, приносимые ветром и водой. Так постепенно накапливается почва. Вместе с мховым покровом она обеспечивает место поселению семенных растений, причем мох удерживает воду, необходимую для прорастания семян. Крупные растения в свою очередь накапливают и образуют почву, кроша скалу своими корнями. Наконец, ее слой оказывается достаточным для развития деревьев и кустарников. Их опадающие листья и ветви не дают расти мхам и большинству других мелких видов, начинающих сукцессию. Так постепенно на изначально голой скале идет процесс смены мхов травами и, наконец, лесом.

Восстановление экосистемы, когда-то уже существовавшей на данной территории, называется вторичной сукцессией.

Как для первичной, так и для вторичной сукцессии необходим источник семян и спор растений, а также животных, способных заселить данное пространство на подходящей для них стадии. Если его нет, сукцессия остановится или пойдет нетипичным путем. Для вторичной сукцессии важно также наличие с самого начала плодородного слоя почвы. Если он уничтожен, например эрозией, сукцессия может пойти по типу первичной.

Сукцессия завершается стадией, когда все экосистемы, размножаясь, сохраняют относительно постоянную численность и дальнейшей смены ее состава не происходит. Такое равновесное состояние называется климаксом, а экосистему – климаксовой. В разных абиотических условиях формируются неодинаковые климаксовые экосистемы. В сухом и жарком климате это будет пустыня; в жарком, но влажном – дождевой тропический лес.

Скорость смены экосистем (годы или тысячелетия) зависит от степени сдвига их равновесия. Наряду с сукцессиями возможны и внезапные резкие изменения, вызывающие популяционный взрыв некоторых видов за счет гибели большинства других. В таких случаях говорят об экологическом нарушении, которое возможно при вторжении в экосистему новых, интродуктивных видов или в результате воздействия человека (сброс богатых биогенами

сточных вод в естественные водоемы, вызывающий бурный рост некоторых водорослей).

Еще одним адаптивным ответом на разнообразие экологических условий является генетическое разнообразие природных популяций. Генетическое приспособление всегда происходит параллельно приспособлению (эволюции) экосистемы, но для данного процесса необходима множественная смена поколений.

Таким образом, на изменение абиотических факторов организмы противопоставляют целый комплекс реакций, происходящих как в индивидуальном, так и в виде, биоценозе. При адекватном ответе живых организмов в популяции и экосистеме наступает равновесное состояние.

Приспособление организмов к изменившимся условиям объясняется принципом Ле-Шателье-Брауна, который гласит, что внешнее воздействие на систему, находящуюся в состоянии подвижного равновесия, приводит к смещению этого равновесия в направлении, при котором эффект осуществленного воздействия ослабляется.

## **8. БИОСФЕРА. ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ БИОСФЕРЫ**

Биосфера как целостный живой организм находится в непрерывном движении и подчинена в своем развитии следующим основным законам диалектики по Ф. Энгельсу:

1. Закон перехода количества в качество и обратно.
2. Закон взаимного проникновения противоположностей.
3. Закон отрицания отрицаний.

Вместе с действием этих основных законов следует выделять общие и частичные закономерности функционирования и эволюции биосферы. Причем закономерности функционирования и развития биосферы без человека имеют существенную разницу по сравнению с периодом появления и развития на планете *Homo sapiens*.

Попробуем проанализировать законы развития биосферы.

Закон системной организации биосферы. Общеизвестно, что структурной единицей любого живого организма является клетка, а элементарной структурной единицей биосферы следует, по-видимому, считать биоценозы, так как они родоначальники явления «всюдности» жизни, ее вечности.

В ходе эволюции биосферы происходила определенная подгонка популяций друг к другу, которая обеспечивала наиболее рациональное и высокоэффективное использование веществ, энергии и устойчивое функционирование многочисленных биоценозов.

Устойчивое функционирование биоценозов тесно связано с их местобитанием (адресом) и экологической нишей. Каждый вид организмов выполняет строго определенную функцию. Биоценозам свойственны саморегуляция, адаптация, самосохранение и самовоспроизведение за счет сложных биохимических реакций, происходящих как внутри каждого организма, так и в биоценозе в целом, о чем говорилось ранее.

Ж. Дорст писал: "Биологические сообщества ведут как бы собственную жизнь и функционируют подобно организму... Обширные сообщества управляются строгими законами, столь же мощными, как и физиологические законы, управляющие работой органов индивидуума".

Благодаря открытиям отечественных и зарубежных физиологов нам стало известно достаточно много о системной организованности самого сложного организма, каким является организм млекопитающего животного.

Общеизвестно, что головной мозг - орган высшего контроля, управления всеми функциями организма, регуляции деятельности всех органов и систем, координации физиологических и биологических процессов и адаптации целостной системы организма к среде обитания. Внутри этой сложной системы действуют многочисленные законы, правила и принципы, такие, как законы термодинамики, диффузии, осмоса, электропроводности, турбулентности и т.д.

Проводя аналогию с живым организмом, необходимо рассмотреть сущность системной организованности биосферы. Итак, нам известно, что основной функциональной единицей организма является клетка, а биосферы - биоценоз. Органом высшего контроля, управления, регуляции, координации и адаптации всех систем организма является головной мозг, а таким же органом для биосферы являются Космос, Солнце в самом близком приближении.

Биосфера организована множественной совокупностью водных, почвенных и воздушных биоценозов.

Жизнедеятельность биосферы обеспечивается совокупной, слаженной работой многочисленных биоценозов по ассимиляции и диссимиляции веществ и энергии, т.е. процессов обмена веществ. Относительная стабильность жизнедеятельности биосферы поддерживается гомеостазом, точнее - гомеостатическими регулирующими системами.

Не случайно, что некоторые современные ученые представляют биосферу как саморегулируемую систему, обладающую свойствами гомеостаза.

Системная организованность биосферы является частным проявлением закономерности динамики метагалактики, так как объективно существует системная организованность и космического живого вещества.

Анализируя проблему космологических основ возникновения жизни, Задан пишет о существовании общей космической закономерности. Эта закономерность утверждает, что во Вселенной в течение определенного интервала астрофизического времени (несколько миллиардов лет) жизнь появляется как результат космологической эволюции. Частный случай этой закономерности - высокая вероятность возникновения жизни в пределах нашей Галактики на некоторых из миллиардов планет. Дальнейшие судьбы этой высокоорганизованной формы материи, конечно, различны. В одних мирах она возникает и довольно быстро угасает, в других - достигает более высоких, но относительно простых уровней организованности.

Высказывание Задана нашло подтверждение в сформулированном Петрашовым (1988) законе сходства. Суть его заключается в следующем. Явления конвергенции и параллелизма в живой природе, внешнее подобие неко-

торых веществ живым организмам, сходство строения атома со строением солнечной системы, сводимость основных законов диалектики друг к другу, само существование этих законов и их всеобщность, диалектическая взаимосвязь природных явлений, как и отражающих их категорий диалектики – все это свидетельствует о том, что сходство – всеобщее сходство материи, различных форм ее существования.

С проявлением его мы сталкиваемся на каждом шагу и, не замечая этого, часто используем его в повседневной жизни: выделяем общие свойства материалов, предметов и явлений, проводим аналогии между различными явлениями, классифицируем их и т.д. Более того, люди давно применяют этот закон, прогнозируя и открывая неизвестные стороны явлений по аналогии с характеристиками других явлений. Закон сходства обусловлен, вероятно, существованием предельно эффективных форм проявления сущности явлений, имеющих место на всех уровнях организации материи. Планетарная модель, например, является по-видимому, наиболее эффективной формой проявления сущности и Солнечной системы и атома. Появление эффективных форм, имеющих сходные качества, отмечается и в эволюционном развитии по спирали.

Действие данного закона во Вселенной неизбежно приводит к возникновению жизни на различных планетах. Когда – это лишь вопрос времени.

В немногих случаях жизнь достигает высоких уровней организованности, на которых становится возможным появление разумной жизни (интеллекта). Именно живое вещество есть основа формирования системной организованности биосферы в прошлом, настоящем и будущем.

Н.Ф. Реймерс представил группу законов и правил, имеющих непосредственное отношение к диалектике биосферы:

1. Закон усложнения системной организации организмов.
2. Закон неограниченности биологического прогресса.
3. Закон ускорения эволюции.
4. Правило эквивалентности в развитии биосистем.
5. Правило максимального "давления жизни".
6. Закон генетического разнообразия.
7. Закон эволюции А.Н. Северцова.
8. Закон эколого-системной направленности эволюции.

Закон усложнения системной организации организмов гласит о том, что историческое развитие живых организмов в биосфере приводит к усложнению их организации путем нарастающей дифференциации функций и органов, выполняющих эти функции. Весь ход эволюции биосферы подтверждает этот закон. Движущими силами и причинами такого усложнения является необходимость приспособления к непрерывно меняющимся условиям функционирования систем.

Закон неограниченности биологического прогресса свидетельствует о том, что развитие от простого к сложному эволюционно не ограничено.

По закону ускорения эволюции, с ростом сложности организации биосферы продолжительность существования вида в среднем сокращается, а

темпы эволюции возрастают. Конечно, высокая организация связана с относительно коротким сроком эволюции, однако число вымерших видов птиц и млекопитающих в сравнении со всем их количеством велико. Темпы вымирания и возникновения новых видов взаимосвязаны.

Известно, что живое неотрывно от среды, а все три перечисленные закономерности как бы игнорируют эту связь, такой неизбежный редуционизм допустим. В индивидуальном развитии его предопределенность почти абсолютна. Если системы живого не погибнут, они обладают свойством конечной эквивалентности, что сформулировано в виде правила эквивалентности в развитии биосферы. Данное правило утверждает, что биосфера способна достигнуть конечного (финального) состояния развития вне зависимости от степени нарушения начальных условий своего развития. Следует подчеркнуть, что это происходит лишь при сохранении минимума внешних и внутренних условий существования биосферы.

Названные условия ограничивают многие процессы, в том числе интенсивность размножения организма. В противном случае осуществлялось бы без ограничений правило максимального "давления жизни": организмы размножаются с интенсивностью, обеспечивающей максимально возможное их число. Однако "давление жизни" лимитировано емкостью среды жизни и многочисленными закономерностями системного мира: законом ограниченного роста, правилами взаимоприспособляемости, внутренней непротиворечивости, соответствия среды генетической предопределенности организма и другими.

Всем этим лимитирующим механизмам организмы противопоставляют возможности преадаптации. Принцип преадаптации заключается в том, что организмы занимают все новые экологические ниши, благодаря наличию у них свойства генетической преадаптации. Она состоит в том, что способность к приспособлению у организмов заложена "изначально" и не связана непосредственно с их взаимодействием со средой обитания. Обусловлена такая способность практически неисчерпаемостью генетического кода. При минимуме числа аллелей количество вариантов генов достигает 1050. В этом многообразии всегда находятся необходимые для адаптации варианты. Если они бывают исчерпаны для одного вида и он вымирает, находится вид-дублер и экологическая ниша бывает заполнена. Время формирования экологических ниш может быть мгновенным или замедленным.

Облегчается процесс формирования экологических ниш почти необозримым генетическим разнообразием организмов.

Закон генетического разнообразия гласит, что все живое генетически различно и имеет тенденцию к увеличению биологической разнородности. Естественно, что при известном условии отсутствия в природе двух генетически идентичных особей (кроме однояйцевых близнецов), варианты преадаптации неисчислимы.

Естественно, что любое разнообразие все же не обеспечивает освоения любых экологических ниш, например, неземными организмами - условий водной среды и наоборот. Кроме того, эволюционные изменения происходят

также в рамках определенных правил и прежде всего закона эволюции А.Н. Северцова о чередовании ароморфозов, принципиально меняющих возможности вида к адаптации и расширению сферы обитания.

С законом эволюции сопряжено несколько принципов, прямо противоположных друг другу, например, принцип прерывистого равновесия, согласно которому эволюция имеет скачкообразный характер. Ч. Дарвин считал эволюцию постепенным явлением. Однако видообразование по Дарвину, в сущности, прерывистый процесс, даже если признать его постепенность.

В связи с принципом прерывистого равновесия в законе эволюции А.Н. Северцова необходимо обратить внимание на принцип внезапного усиления патогенности: живое болезнетворное начало действует тем сильнее и разрушительнее, чем выше разница между его патогенностью и сопротивляемостью к ней, особенно, если этот дисбаланс возникает внезапно. Неожиданное усиление патогенности происходит в следующих случаях: а) при мутации болезнетворного организма; б) при выработке болезнетворным организмом новой экологической ниши; в) при внедрении нового болезнетворного организма в экосистему, где нет механизмов регуляции его численности; г) при очень резком снижении сопротивляемости поражаемого организм.

Мутация может привести как к ароморфозу, т.е. резкому расширению сферы обитания вида, возникновению многих близких форм, так и к идиоадаптации, т.е. к изменениям частного порядка.

При ароморфозе возможно катастрофическое поражение страдающего организма, вплоть до полного вымирания вида.

Закон эколого-системной направленности эволюции гласит о том, что любые эволюционные изменения в конечном итоге направлены факторами и особенностями развития эволюционирующей совокупности, т.е. прогресс направляется как внешними, так и внутренними факторами. Внешними для развивающейся биосферы служат изменения, происходящие на Солнце и прилегающей части Галактики. Внутренними факторами являются термодинамические, энергетические и физико-химические закономерности, постоянно осуществляющиеся в самой биосфере.

Вымирание - столь же обычный эволюционный процесс, как и возникновение новых видов [91]. Следует заметить, что процесс вымирания одних видов с заменой адекватными видами происходит в биосфере постоянно в течение длительного времени.

Практически все закономерности биосферы имеют адаптивный, эволюционный характер.

Закон относительной независимости адаптации утверждает, что высокая адаптированность к одному фактору среды обитания не дает такой же степени адаптированности к другому фактору и наоборот.

Примером действия закона относительной независимости адаптации являются виды водной среды, вынужденные поддерживать свои морфофункциональные, физиологические и биохимические реакции только при определенных характеристиках водоемов. Даже незначительные изменения в водной среде отражаются на степени адаптированности этих видов.

Для того чтобы глубже понять законы биосферы, необходимо вспомнить слова В.И. Вернадского о его представлениях об организованности биосферы. Так, в работе "Проблемы биогеохимии", опубликованной в 1934 г., он пишет: "Живое вещество и космические привносы, резко отличающие биосферу от других земных оболочек, отнюдь не являются формами энергии и вещества, проникающими ее "случайно"... Наоборот, биосфера имеет определенное научно выявляемое и выражаемое строение... Это строение, закономерно создающееся в ходе времени, резко отличается от механизма хотя бы потому, что оно постоянно создает новое, никогда не возвращается, по существу, к прежнему состоянию... Вследствие этого я считал необходимым выразить структуру биосферы... новым понятием - организованностью, исходя из того, что мы изучаем в ней процессы, закономерно связанные с воздействием на окружающую природу живых организмов".

Далее В.И. Вернадский подчеркивает: "Биосфера не есть нечто неподвижное, как это и следует ожидать из того характера ее структуры, которой выражается понятием организованности, непрерывно колеблющейся и изменяющейся. Это проявляется в расширении области жизни, т.е. биосферы, в геологическое время. Вырабатываются организмы, которые, приспособляясь к условиям безжизненных областей, их заселяют: процесс расширения быстро идет в ходе геологического времени... Всюдность жизни есть характерная черта строения биосферы".

## **9. ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОСФЕРЫ**

### **Круговорот элементов**

Сохранение организованности биосферы может осуществляться только при четком соблюдении в биосфере определенных условий, которые Н. Небел выразил в принципах функционирования биосферы.

Первый основной принцип. Получение ресурсов для биосферы и избавление от отходов происходят в рамках круговорота всех элементов. Данный принцип очень гармонирует с законом сохранения массы. Так как атомы не исчезают, не возникают ниоткуда, они могут использоваться относительно долго в самых различных соединениях. И запас их никогда не может истощиться. Именно это и происходит в биосфере.

#### **Круговорот углерода**

В ходе фотосинтеза атомы углерода, входящие в состав углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), включаются в состав глюкозы и других органических соединений, из которых построены все растительные ткани. В дальнейшем они переносятся по пищевым цепям и образуют ткани всех живых существ экосистем. При переходе с одного трофического уровня на другой происходит расщепление части органических молекул в процессе клеточного дыхания. При этом атомы углерода вновь поступают в окружающую среду в составе углекислого газа, завершив цикл круговорота. Другая часть углерода попадает в окружающую среду после воздействия редуцентов.

Сотни миллионов лет назад значительная часть фотосинтезируемого органического вещества не использовалась ни консументами, ни редуцентами, а отмирая накапливалась под минеральными осадками, постепенно превращаясь в торф, уголь, нефть. То есть происходило удаление углерода из окружающей среды, что в конечном итоге сформировало современный газовый состав атмосферы. Сейчас мы, сжигая ископаемое топливо, возвращаем углерод в биосферу (парниковый эффект).

### Круговорот фосфора

Фосфаты ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) растворимы в воде, откуда растения их получают и включают фосфаты в состав различных органических молекул (гены, молекулы, переносящие энергию). По пищевым цепям он переходит от растений ко всем организмам экосистемы. В каждом организме часть соединений, содержащих фосфор, окисляется в процессе клеточного дыхания и с мочой вновь поступает в окружающую среду.

Человек нарушил естественный биогенный цикл фосфора, вынося его из почвы с растительными продуктами и направляя фосфор с «отходами» в водную среду.

### Круговорот азота

Круговорот азота включает газовую и минеральную фазы. Основная часть атомов азота находится в воздухе, но растения не могут его усваивать. В этом процессе им помогают синезеленые водоросли (цианобактерии) и бактерии из рода *Rhizobium*, живущие в клубеньках на корнях бобовых растений. Эти и другие азотфиксирующие бактерии переводят атмосферный азот в усваиваемую растениями форму – ион аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) и нитрат ( $\text{NO}_3^-$ ). Данное взаимодействие между бактериями и растениями является ярким примером мутуализма. Перемещаясь по пищевой цепочке в процессе клеточного дыхания белки и многие азотсодержащие соединения расщепляются и выделяются из организма в аммонийной форме. Итак, круговорот азота начинается с симбиотических бактерий в клубеньковых бобовых растений, которые очень многообразны – от клевера до тропических деревьев и пустынных кустарников, и находятся во всех наземных и водных экосистемах.

## **Поток энергии и формирование биомассы в биосфере**

В экосистемах происходит превращение энергии из одной формы в другую, а именно – энергии Солнца в химическую энергию, запасаемую фотосинтезирующими растениями, а ее – в другие формы по мере прохождения пищевых цепей. На каждом трофическом уровне часть потенциальной химической пищи, высвобождаясь, позволяет организму осуществлять свои жизненные функции и параллельно теряться в виде тепла. Таким образом, речь идет о потоке энергии через экосистемы: ее поступлении в них с солнечными лучами, выполнении работы и возвращении в пространство в виде тепла. Чтобы понять место экосистемы в природном потоке энергии важно предста-

вить себе, что как бы протяженны и сложны они ни были, ими используется лишь небольшая его часть.

Отсюда следует второй принцип функционирования биосферы: она существует за счет чистой и практически вечной солнечной энергии, количество которой относительно постоянно и избыточно.

Избыток энергии объясняется тем, что растения используют всего лишь 0,5% ее количества, достигающего Земли.

Чистота. Хотя ядерные реакции, идущие в недрах Солнца и служащие источником его энергии и сопровождаются радиоактивным загрязнением, все оно остается в 150 млн. км от Земли. Таким образом, солнечная энергия «чистая», в отличие от энергии, получаемой от сжигания топлива.

Постоянство. Солнечная энергия всегда будет доступна в одинаковом количестве. Единственным ее недостатком является то, что она слишком рассеяна.

Вечность. Ученые полагают, что через несколько миллиардов лет Солнце погаснет. У биосферы в запасе еще более 99% срока существования Солнца.

Рассматривая поток энергии в экосистемах легче понять, почему с повышением трофического уровня биомасса снижается.

Количество энергии, получаемой в процессе метаболизма на каждом трофическом уровне, уменьшается по мере переноса энергии с одного уровня на другой по пищевой цепи. Зеленые растения – первичные редуценты – образуют наиболее продуктивный трофический уровень (максимальная биомасса). Менее продуктивны растительноядные животные, еще менее – плотоядные. Продуктивность каждого трофического уровня ограничивается продуктивностью уровня, непосредственно ему предшествующего. Поскольку растения и животные расходуют часть энергии на поддержание своего существования, все меньше и меньше энергии передается в результате процессов роста и размножения каждому из вышележащих трофических уровней. От 30 до 70% энергии света, ассимилированной растением, расходуется им самим на поддержание своего существования и на процессы биосинтеза. Растительноядные и плотоядные животные ведут более активный образ жизни, чем растения, и расходуют еще большую часть ассимилированной ими энергии. В результате продуктивность каждого трофического уровня обычно составляет не более 5-20% предыдущего. Относительное количество энергии, передающееся от одного трофического уровня следующему называется экологической эффективностью сообщества или эффективностью пищевой цепи.

Здесь мы имеем дело с третьим принципом функционирования экосистем, который гласит – чем больше биомасса популяции, тем ниже должен быть занимаемый ею трофический уровень.

В биосфере действуют и популяционные законы, такие, как закон константности популяционного населения. Согласно этому закону в биосфере существуют определенные верхние и нижние пределы плотности популяций. Однако следует понимать, что никакая популяция не находится в состоянии абсолютной уравновешенности числа особей, обязательно возникают сезон-

ные изменения численности и другие популяционные флуктуации, обусловленные совокупностью внешних и внутренних взаимоотношений.

Н.Ф. Реймерс сформулировал закон внутреннего динамического равновесия и 2 основных следствия, вытекающих из этого закона. Закон гласит о том, что вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем в биосфере взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного качественного показателя вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные перемены, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических систем, где эти изменения происходят. Действие закона внутреннего динамического равновесия совершенно четко связано с законом однонаправленности потока энергии. Именно ограниченность этого потока и специфические свойства формируют всю массу связей в биосфере в многочисленном разнообразии. Поэтому этот закон не противоречит основному закону природы - закону сохранения массы и энергии.

Большое значение имеют следствия, вытекающие из этого закона.

1 следствие. Любое изменение среды (вещества, энергии, информации, динамических качеств биосферы) неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации этих изменений или в направлении формирования новых природных систем, образование которых при значительных изменениях среды принимает необратимый характер.

2 следствие. Взаимодействие вещественно-энергетических компонентов (энергия, газы, жидкости, субстраты, организмы-продуценты, консументы и редуценты), информации и динамических качеств природных систем количественно нелинейно, т.е. слабое воздействие или изменение одного показателя могут вызвать сильные отклонения в других системах и в биосфере в целом.

## **10. ЛИТОСФЕРА**

*Литосфера* (lito- камень, sphaera - шар) – часть биосферы в пределах твердой оболочки Земли, которая является естественным исторически меняющимся телом биосферы, образованным совместной деятельностью многочисленных физиологических, химических и биологических факторов.

Поверхностный слой литосферы называется почвой. В образовании почвы принимают участие физические, химические, биологические и техногенные факторы.

### **Неорганическая часть почвы**

Материалом для образования неорганической части почвы (минеральные питательные компоненты растений или биогены), состав которой во многом определяет ее свойства, служат материнские горные породы.

Горные породы подразделяются на магматические или изверженные, осадочные и метаморфические. Изверженные горные породы преимуще-

ственно состоят из таких минералов как плагиоклазы, ортоклазы, биотит. Осадочные из кварца, белой слюды и глинистых минералов. Осадочные породы подразделяются на три основные группы:

1. Обломочные - продукты механического разрушения и переотложения кварца.

2. Глинистые - продукты кристаллохимического преобразования первичных минералов в процессе литогенеза. Эта группа включает наиболее распространенные осадочные породы - глины, глинистые сланцы, амбролиты и т.д.

3. Породы биогеохимического происхождения, состоящие из новообразованных минералов, возникших в результате жизнедеятельности микроорганизмов, растительных и животных организмов. Среди пород этой группы выделяются известняки, доломиты, угли, гипсы, каменная соль, железная руда, углеводороды, руды цветных и драгоценных металлов.

Метаморфические горные породы являются продуктом преобразования и перекристаллизации осадочных пород в условиях повышенной температуры и высокого давления. По своему составу очень близки к изверженным горным породам.

Кварц - наиболее распространенный минерал литосферы; он содержится в изверженных, метаморфических и осадочных горных породах. Кристаллохимическая структура кварца состоит из сочетания четырех атомов кислорода, между которыми расположен ион Si, имеющий самый малый ионный радиус. Группировка ионов в виде кремнекислородного тетраэдра образует сложный, твердый каркас, устойчивый к процессам гипергенеза. Кремнекислородные тетраэдры являются важнейшей частью кристаллической структуры - силикатов - минералов, составляющих основную массу горных пород. Сюда входят полевые шпаты, слюда и многие другие минералы.

Полевые шпаты - минералы, составляющие литосферу почти на 50%. Их кристаллохимическая структура представляет собой сложный каркас, образованный кислородными тетраэдрами с ионами кремния, алюминия внутри и снаружи ионами натрия, кальция и калия, имеющими самый большой ионный радиус (Na - 1,0А, Ca - 1,1 А, K-1,33А). Полевые шпаты менее устойчивы в процессах гипергенеза. Из кристаллической структуры полевых шпатов легко извлекаются Ca, Na, K.

Устойчивость полевых шпатов зависит от их состава. Чем меньше радиус входящих в полевые шпаты ионов, тем устойчивее минералы.

Слюды составляют 4-5% литосферы и содержатся во многих изверженных и метаморфических горных породах. Они имеют слоистую кристаллохимическую структуру. Плоские слои кремне-кислородных тетраэдров, обращенные вершинами друг к другу, связаны с ионами алюминия. В состав слюд входят ионы магния, железа, фтора, алюминия, калия, натрия и других элементов.

Пироксены и амфиболы весьма распространены в изверженных и метаморфических горных породах и составляют около 16% литосферы. Кристаллическая структура этих минералов обусловлена наличием цепочек

кремнекислородных тетраэдров. Цепочки соединяются ионами железа, алюминия, магния, кальция, натрия и калия. Они более устойчивы к процессам гипергенеза.

Минералы группы оливина в значительных количествах содержатся в изверженных горных породах. Кристаллохимическая структура минералов этой группы характеризуется изолированными кремнекислородными тетраэдрами, которые соединяются ионами железа и магния. Минералы группы оливина в процессах гипергенеза чрезвычайно неустойчивы и быстро разрушаются.

## **Почвообразующие процессы**

1. Выветривание. Данному процессу способствуют физические и химические факторы. Многократное замерзание и оттаивание воды в трещинах размельчают горную породу с каждым разом увеличивая поверхность, подвергающуюся воздействию химически факторов. Вода вымывает наиболее растворимые минеральные вещества (натрий, кальций, хлорид, сульфат ион), тем самым разрушая структуру горной породы. В частности гранит, являющийся магматической породой, под воздействием угольной кислоты и воды преобразуется в глину, которая в почве выполняет ионный обмен между почвой и растениями.

2. Оподзоливание. В зависимости от химического состава горной породы в процессе выветривания формируются различные соотношения песка ( $\text{SiO}_2$ ) и частичек глины, которые во многом определяют возможность удерживать в почве воду. Под кислотным воздействием частички глины разрушаются и ионы, содержащиеся в них, продолжают вымываться из почвы. Чаще данный процесс, который называется оподзоливанием, наблюдается в хвойных лесах, так как медленное разложение растительной подстилки хвойных лесов, имеющий кислую реакцию, идет с образованием органических кислот, повышающих кислотность среды.

3. Латеризация. Данный процесс оказывает на почвенный профиль воздействие, противоположное процессу оподзоливания. Латеризация (вымывание окисей кремния) наиболее активно протекает в тропических лесах, разложение растительной подстилки которых происходит под воздействием бактерий, не вырабатывающих кислоты, а гуминовые кислоты вымываются обильными дождями. Эти условия создают нейтральную или щелочную среду, под воздействием которой и извлекается из почвы двуокись кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Этот процесс повышает относительное содержание в верхних слоях почвы окиси железа и алюминия, чем провоцирует обезвоживание почвы, а окиси железа и алюминия цементируют ее частички, превращая почву в твердую корку.

4. Кальцификация обычно наблюдается в засушливых областях, где потери влаги за счет испарения превышают количество осадков. За счет перемещения воды с растворенными минеральными веществами (например, карбонат кальция) происходит их перераспределение. Карбонат кальция откла-

дывается в нижней границе проникновения воды или на поверхности почвы, образуя толстую кору (калиге). Отложения калиге, имеющие сильнощелочную реакцию, подавляют рост растений.

5. Роль растительного покрова. Первичное выветривание коренной породы и вторичное изменение почвенного профиля в результате оподзоливания, латеризации и кальцификации оказывает влияние прежде всего на неорганический состав почвы. Такие же свойства как содержание в почве перегноя, доступность азота и фосфора определяются главным образом растительным покровом.

6. Роль микроорганизмов. Почва отличается от коры выветривания биогенной аккумуляцией химических элементов. Именно в почвах сосредоточена геологическая работа живого вещества. В.И. Вернадский в 1919 г. отмечал, что живое вещество (в первую очередь микроорганизмы), вошедшее в состав почвы, обуславливает в них самые разнообразные изменения свойств: создает мел-коземлистую и рыхлую, влияет на физические свойства и структуру, на химические процессы, приводит к смещению химических элементов силами жизни.

### **Особенности почвы**

Почва является верхним слоем земной коры, обладает важнейшим для биосферы свойством – плодородием. Толщина ее колеблется от нескольких сантиметров до 2-2,5 метров.

Почва как неотъемлемая часть биосферы обладает специфическими особенностями, а в процессах самоочищения выполняет целый ряд важнейших функций.

Функции почвы заключаются в том, что она, во-первых, накапливает атмосферную влагу, принимая тем самым активное участие в регулировании водного баланса биосферы, во-вторых, обеспечивает формирование чистых подземных вод, в третьих, концентрирует элементы питания для растительного покрова Земли.

Почва - это весьма важная открытая система, находящаяся в постоянных обменных взаимодействиях с другими элементами биосферы, зависящая от их состояния и, в свою очередь, оказывающая весьма существенное влияние на сопредельные элементы биосферы (атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды и др.).

В то же время почва в сравнении с другими средами биосферы имеет специфические особенности, заключающиеся в том, что почва практически неподвижна и не располагает таким фактором естественного самоочищения, как разбавление. Данные особенности почвы приводят к тому, что антропогенные загрязнения, накапливаясь в почве, суммируя эффекты воздействия, могут приводить к возникновению искусственных геохимических провинций.

## Биологические факторы литосферы

В современной биологии в рассмотрении подразделений живого мира на уровне царств широкую известность получила пятицарственная система Виттетра.

*Прокариоты* (доядерные) - микроорганизмы с примитивной организацией ядерных структур. Основным признаком прокариотной организации клетки – отсутствие ядра, отграниченного от цитоплазмы двойной мембраной. Весь наследственный материал у прокариот сосредоточен в одной бактериальной хромосоме, представленной в виде кольцевой молекулы двухцепочечной ДНК.

Таблица 6.

Экологические группы		Продуценты	Редуценты	Консументы
Тип питания		Автотрофный	Гетеротрофный	
		Фотосинтез	Абсорбция	Переваривание
Тип строения	Эукариоты; тканевые	Растения		Животные
	Эукариоты; одноклеточные и многоклеточные	Водоросли	Грибы	Простейшие
	Прокариоты; преимущественно одноклеточные	Эубактерии, археобактерии	цианобактерии,	

Вторым отличительным признаком является пептидогликан муреин, из которого построен каркасный слой клетки.

В природных экосистемах прокариоты выполняют вместе с грибами функцию редуцентов, а прокариоты, имеющие фотосинтетические пигменты (например, цианобактерии), входят в группу первичных продуцентов. Среди прокариот имеются и хищники, образующие из многих клеток ловчие приспособления, в которые попадают жертвы – бактерии, есть и паразиты, внедряющиеся в клетки других бактерий.

*Азотобактерии*, цианобактерии, клубеньковые бактерии фиксируют атмосферный азот, псевдомонады обладают денитрифицирующей способностью. Помимо этих выполняемых функций в данной морфологической группе есть фитопатогены, водородные бактерии, нитритные и серные. Спириллы обладают способностью перерабатывать соединения железа. Бациллы участвуют в процессах разложения органических субстратов, вызывают аммонификацию белков, мочевины, мочевой кислоты, разложение фосфорорганических соединений. Спорообразующие бактерии сбраживают простые углеводы, крахмал, пектин, целлюлозу, пурины и пиримидины, фиксируют молекулярный азот, окисляют органические кислоты или водород с использованием

сульфатов. Артробактерии, живя в экстремальных условиях (пустыни, горы) участвуют в аэробной минерализации органических веществ. Микоплазмы окисляют марганец и железо. К археобактериям принадлежат метаногенные, сероокисляющие, серовосстанавливающие, термоацидофильные и голофильные бактерии.

*Почвенные животные.* Учитывая особенности образа жизни и влияние на почву животных разных размеров, их делят на пять групп: нанофауну, микро-, мезо-, макро-, мегафауну.

*Нанофауна* представлена одноклеточными простейшими, размеры которых не выходят за пределы 20-30 микрометров. Живут в водной фазе почвы, в большей степени являясь гидробионтами нежели геобионтами. Среди простейших есть хищники, поедающие бактерий, водоросли, клетки дрожжей. Некоторые (жгутиконосцы) могут менять тип питания, теряя в темноте хлорофилл, они переходят на осмотрофный обмен.

*Микрофауна.* Включает многоклеточных микроскопических животных, таких как коловратки, нематоды, тихоходки, которые могут быть отнесены в большей степени к гидробионтам. К этой же группе относят микроскопических клещей и ногохвосток. Представители нано- и микрофауны активно не влияют на физические свойства почвы. Наиболее часто нематоды питаются бактериями, грибами, дрожжами, коловратками, тихоходками. Тихоходки питаются клетками низших растений. Их роль велика в процессе первичного почвообразования.

*Мезофауна* объединяет разнообразную и многочисленную часть почвенного животного населения с размерами, которые позволяют видеть этих животных. Основную массу мезофауны составляют членистоногие и мелкие черви-энхитреиды. Пауки-хищники, поедающие насекомых и других беспозвоночных. Мокрицы перерабатывают лесную подстилку.

*Макрофауна* представлена в почве дождевыми червями, многоножками, личинками насекомых. Влияние представителей макрофауны на почву многообразно. Так, дождевые черви прокладывают в почве глубокие ходы, облегчая рост корней. Черви перемешивают почву, выделяют углекислый кальций, нейтрализуя кислоты.

*Мегафауна* почв - это крупные животные. К ним относятся землерои, гигантские земляные черви и др. Представители мегафауны оказывают сильное механическое воздействие на почву, вызывая перемещение и смещение почв разных горизонтов. Почвенные животные относятся к следующим трофическим группам: фитофаги, зоофаги, некрофаги, сапрофаги (копрофаги, детритофаги).

*Водоросли.* Среди них различают наземные формы, которые при благоприятных условиях разрастаются на поверхности почвы в виде корочек или пленок; водно-наземные, живущие в водной среде влажных почв; собственно почвенные, обитающие в толще почвенного слоя.

Особенно интенсивно водоросли развиваются на полевых почвах, до посева или после уборки урожая. Водоросли активно заселяют поверхности скал, стволы деревьев, вулканические пеплы и лаву, начиная процесс почво-

образования.

Функции водорослей в почвах определяются, прежде всего, их принадлежностью к фотоавтотрофной группе организмов - первичных продуцентов органического вещества. Водоросли оказывают влияние на кислородный режим почв, накопление в них азота и структуру почв.

*Грибы* распространены в природе там, где есть хотя бы следы органических веществ. Все грибы - аэробные организмы, за исключением обитателей рубца жвачных животных. Среди грибов есть паразиты и симбиотрофы, хищники и сапротрофы, развивающиеся на мертвых остатках растений и животных. Грибы синтезируют и выделяют во внешнюю среду разнообразные гидролитические ферменты, расщепляющие любые органические субстраты вплоть до лигнина. Грибы образуют также органические кислоты, что способствует растворению труднодоступных фосфатов и оказывают влияние на питание растений. Почвенные грибы осуществляют процесс гетеротрофной нитрификации, что важно в кислых лесных почвах, где автотрофная нитрификация отсутствует. Грибы - хищники уничтожают вредных нематод и амёб. За сутки грибы разлагают в 2-7 раз больше органического вещества, чем потребляют.

*Лишайники* образуют сложные органические кислоты, обладающие антибиотическими и хелатирующими свойствами. Они оказывают также и физическое воздействие на почву. Сообщества лишайников служат местообитанием для микроорганизмов и беспозвоночных животных.

*Высшие растения* являются основными первичными продуцентами, составляющими ядро наземных биогеоценозов. С продукции органического вещества начинается биологический круговорот, в результате которого происходит обогащение почвы органическими веществами, азотом, элементами минерального питания.

Высшие растения регулируют поверхностный слой почвы, увеличивают количество атмосферных осадков, охраняют литосферу от суховеев и пыльных бурь, очищают атмосферу от вредных природных газов, обогащают атмосферу кислородом, азотом и фитанцидами.

*Наземные экосистемы.* Наземные экосистемы называются биомами. Ключевой характеристикой, позволяющей разграничивать и узнавать наземные биомы является жизненная форма климатического климатонса (травы, кустарники, хвойные деревья и т.д.). Однако биомы включают в себя и эдафические климатонсы, и стадии развития, в которых во многих случаях доминируют другие жизненные формы. Например, степные сообщества представляют собой стадии развития лесного биома, а прибрежные леса являются составной частью степного биома.

Связующую роль между различными ярусами и стадиями развития растительности выполняют подвижные (перманентные) животные. Птицы, млекопитающие, рептилии и многие насекомые свободно передвигаются между подсистемами и биомами разных континентов, выполняя средообразующую функцию и перемещая растительный генетический материал.

Для наземных биомов характерны крупные растительоядные млеко-

питающие - олени, антилопы, лоси, бизоны, обладающие уникальной микроэкосистемой - рубцом, в котором анаэробные микроорганизмы разрушают лигноцеллюлозу - основную составляющую растительной биомассы.

*Тундры* - арктическая и альпийская. Между лесами на юге и полярными льдами на севере расположена полоса безлесной местности. Основными лимитирующими факторами служат низкие температуры и короткий сезон вегетации. Грунт, за исключением нескольких сантиметров, на протяжении всего леса остается промерзшим. Растительность представлена злаками, осоками, карликовыми древесными растениями, млекопитающими.

Продуктивность водных и наземных экосистем поддерживает большое число перелетных птиц и насекомых, и постоянных обитателей тундры, которыми являются: овцебык, олень, карибу, белый медведь, волк, песец, хищные птицы, лемминги и другие мелкие млекопитающие, строящие ходы в толще растительности.

Тонкий живой покров очень раним, поэтому легко разрушается и медленно восстанавливается.

Биомы северных хвойных лесов. Доминирующей жизненной формой в данном биоме являются хвойные вечнозеленые растения. Несмотря на низкую температуру уровень газовой продукции достаточно высок. Хвоя разлагается очень медленно, поэтому почва имеет характерный подзолистый профиль, в которой обитает многочисленное население мелких животных. Семена хвойных служат источником существования для белок, чижей, клестов. Как и в тундре, здесь сильно выражены сезонная периодичность и колебания численности популяций. В хвойных лесах наблюдаются вспышки численности жуков короедов и насекомых дефомантов, к которым экосистема хвойного леса адаптирована.

Другим типом хвойного леса являются леса западного побережья Северной Америки. В отличие от более сухих и более северных хвойных лесов в этом лесу в местах проникновения света хорошо развита растительность нижних ярусов.

*Листопадные леса умеренной зоны.* Сообщества листопадных лесов занимают области с большим количеством равномерных осадков (750-1500 мм) и умеренной температурой, для которой характерны четкие сезонные колебания. Травянистый и кустарниковый ярусы, а также почвенная биота развиты хорошо. Многие растения дают сочные мясистые плоды и орехи. Животное население разнообразно, от оленей и медведей до мелких птиц.

Листопадные леса, подразделяются на разные климатические типы: букво-кленовый лес, кленово-липовый, дубово-каштановый, дубовый и другие.

Каждый из этих типов леса имеет свои отличительные черты, но многие организмы распространены в двух и больших типах.

*Степи умеренной зоны.* Степи умеренной зоны расположены там, где выпадает промежуточное между пустынями и лесами количество осадков (250-750 мм). Существование степей в этих условиях зависит от температуры, сезонного распределения осадков и влагоемкости почвы. Биом степей подразделяется на следующие зоны: высокотравные, смешанные, низкотрав-

ные, кустисто-злаковые прерии. Эта зональность определяется градиентом количества осадков. Корни большинства видов глубоко (до 2 м) проникают в почву, и масса корней климаксных многолетников в несколько раз превышает массу их наземных частей.

Разнотравье составляют обычно лишь малую часть биомассы продуцентов климаксной степи. Усиление выпаса или засуха увеличивают процент разнотравья.

В степном сообществе развивается почва, полностью отличная от лесной, так как злаки живут недолго, почву обогащают большое количество органического вещества. Первая фаза разложения протекает быстро, в результате образуется мало подстилки, но много гумуса, то есть скорость гумификации велика, а минерализации мала. В итоге степная почва может содержать в 10 раз больше гумуса, чем лесная.

Характерной особенностью степей является наличие крупных травоядных (бизонов, антилоп, кенгуру и др.).

Тропические степи и саванны. Тропические саванны или степи с редкими деревьями или группами деревьев расположены в теплых областях, где в год выпадает большое количество осадков (1000-1500 мм), но имеется один или два продолжительных сухих сезона, когда возникают пожары. В степях и саваннах присутствуют деревья и злаки, устойчивые к засухе и пожару, это определяет небольшой их видовой состав. Саванные не имеют себе равных по численности и разнообразию популяции копытных. Здесь пасутся многочисленные виды антилоп, зебры и жирафы, на которых охотятся львы и другие хищники. Насекомые обильны во время влажного сезона, когда гнездиться большинство птиц; рептилии же активны во время сухого сезона. Следовательно в степях и саваннах сезонность определяется дождями, а не температурой.

*Чапараль и жестколиственные леса.* В областях с мягким умеренным климатом, где обильны зимние дожди, но лето сухое, растительность состоит из деревьев или кустарников с жесткими толстыми вечнозелеными листьями. Сообщества чапаралья широко распространены в Мексике, по берегам Средиземного моря, Чили, Калифорнии и вдоль южного берега Австралии. Все растительные виды обладают микоризой, и у них имеются клубеньки с азотфиксирующими актиномицетами. Пожары - важный фактор, способствующий доминированию кустарников. В дождливый сезон, с ноября по май, в чапарале живут чернохвостый олень, птицы, которые откочевывают на север с наступлением сухого лета. Постоянные обитатели чапаралья имеют тусклую окраску, гармонирующую с низкорослым лесом (кроме древесных крыс, бурундуков, ящериц, мелких воробьев).

Жестколистные леса в средиземноморских областях с зимними дождями представлены эвкалиптами.

*Пустыни.* Пустыни встречаются в тех областях, где в год выпадает меньше 250 мм осадков. Данное явление может быть вызвано: 1) высоким субтропическим давлением (Сахара, австралийские пустыни); 2) географическим положением в области «дождевой тени»; 3) большой высотой местно-

сти (пустыни Тибета, Боливии, Гоби). В пустынях лимитирующим фактором первичной годовой продукции является влажность. При орошении пустынь лимитирующим фактором становится тип почвы. Существуют три формы растений, адаптированные к пустынным: 1) однолетники, избегающие засухи тем, что растут только при достаточной влажности; 2) суккуленты, такие как кактусы, характеризующиеся сохраняющим влагу фотосинтезом и накапливающим воду; 3) пустынные кустарники, у которых многочисленные отходящие от короткого основного ствола ветви несут мелкие толстые листья, которые опадают в период засухи. Пустынные кустарники всего мира весьма сходны по внешнему виду, хотя могут принадлежать к различным таксономическим группам (пример экологической эквивалентности).

Для пустынных кустарников характерна разреженность, которая снижает конкуренцию за скудные ресурсы. В поддержании дистанции между растениями определенную роль выполняют антибиотики, выделяемые ими.

Животные пустыни, как и растения, по-разному адаптированы к недостатку воды. Пресмыкающиеся и некоторые насекомые «преадаптированы», так как они обладают непроницаемыми покровами и выделяют сухие экскременты (мочевую кислоту и гуанин). Организмы пустынь образуют метаболическую воду (в результате расщепления углеводов) и адаптивно ее сохраняют. Из млекопитающих наиболее приспособленными к условиям пустыни являются кенгуровая крыса, карманчиковая мышь и тушканчики. Они не расходуют воду на терморегуляцию и выделяют очень концентрированную мочу.

*Полувечнозеленые сезонные тропические леса.* Сезонные тропические леса, в том числе мусонные леса тропической Азии, произрастают в областях с влажным тропическим климатом, где выражен сухой сезон, во время которого некоторые или все деревья теряют листву (в зависимости от сухого сезона).

Ключевым фактором здесь являются строгие сезонные колебания в выпадении довольно обильных в течение года осадков. В сезонном лесу Таномы крупные, возвышающиеся над пологом, деревья теряют листву во время сухого сезона, а пальмы и другие деревья из нижних ярусов сохраняют листву (отсюда термин «полувечнозеленый»). По своему видовому богатству сезонные тропические леса занимают второе место после дождевых лесов.

Тропические дождевые леса. Разнообразие жизни достигает максимума в широколиственных вечнозеленых дождевых тропических лесах, которые расположены на малых высотах полосой вдоль экватора. Дождями выпадает от 2000 до 2250 мм в год. В течение года отмечается только один-два относительно «сухих» сезонов. Дождевые леса встречаются в трех главных областях: 1) бассейны Амазонки и Ориноко; 2) бассейны Конго, Нигера и Замбези; 3) областях Индо-Малайской и Борнео – новая Гвинея. Эти области отличаются друг от друга по видовому составу, но сходны по структуре и экологии леса. Здесь межсезонные колебания температуры меньше, чем суточные. Сезонная периодичность жизненных функций определяется колебаниями в количествах осадков и регулируется внутренними ритмами. Дождевой лес характеризуется выраженной ярусностью. Деревья формируют три яруса: 1)

редкие 35 м высотой деревья; 2) полог, образующий сплошной вечнозеленый покров на высоте 25-35 м; 3) нижний ярус, образующийся только при наличии просветов в пологе.

Значительная часть животных обитает в верхних ярусах растительности. Разнообразие видов невообразимо - на 15 см<sup>2</sup> можно насчитать только насекомых до 20 000 видов.

Разнообразные архаичные типы животных и растений выжили здесь в многочисленных экологических нишах. Существует мнение, что тропические леса являются местом возникновения многих видов, которые впоследствии вошли в состав более северных сообществ, поэтому тропические леса рассматривают как «ресурс генов».

Основной источник пищи животных в тропических лесах - плоды и термиты. Основная масса животных дождевого леса неприметна и многие из них ведут ночной образ жизни.

Замечательным свойством дождевых лесов является эффективный прямой возврат в круговороты биогенных элементов, осуществляемый мутуалистическими микроорганизмами. На местах, где дождевой лес уничтожен, часто развивается вторичный лес, в состав которого входят хвойные деревья. Вторичный лес выглядит пышным, но совершенно отличается от девственного леса как экологически, так и фиористически. «Климакс» возвращается обычно очень медленно, особенно на песчаных и других бедных минеральным питанием почвах, так как все элементы питания первичного леса были утрачены в результате изъятия биомассы и нарушения микробиологической сети их возврата в круговорот.

*Тропический скрэб, или колючее редколесье.* Там, где условия влажности промежуточны между пустыней и саванной, с одной стороны, и сезонным дождевым лесом с другой стороны, можно встретить тропический скрэб или колючее редколесье. Такая растительность занимает большие площади в центре Южной Африки, в юго-западной Азии и Африке. Ключевой климатический фактор здесь - неблагоприятное распределение вполне достаточных в целом осадков. Колючие леса состоят из некрупных лиственных деревьев, они могут образовывать как густые насаждения, так и быть редко рассеянными или образовывать группы.

*Зональность в горах.* Распределение биологических сообществ в горных областях носит своеобразный характер в связи с разнообразием физических условий. Основные сообщества расположены обычно в виде неправильных поясов, часто с очень узкими экотопами. На какой-либо конкретной горе могут быть представлены четыре или пять главных биомов с многими зональными подразделениями. Следовательно, здесь имеется более тесный контакт между биомами и более активный обмен между биомами, чем в равнинных областях.

Вместе с тем сходные сообщества в горах изолированы друг от друга в большей степени, так как горы редко образуют непрерывную цепь.

## Физические свойства литосферы

Физические свойства почвы определяются совокупностью многочисленных объективных характеристик, таких как удельный вес, объемная масса, дисперсность, пластичность, липкость, усадка, набухание. Данные свойства зависят от минерального и гранулометрического состава горных пород и от процессов почвообразования. Физические свойства почвы определяют ее плодородие и химический состав растительных продуктов.

Удельный вес литосферы представляет собой сумму удельных весов всех компонентов обломочных, глинистых, новообразованных минералов и органических соединений. Наиболее распространенные обломочные минералы (кварц, полевые шпаты) имеют удельный вес 2,5 - 2,7, менее распространенные (слюда, амфиболы и пироксены) - 2,7-3,3. Удельный вес глинистых минералов около 2,6 вес новообразованных минералов колеблется в зависимости от состава от 2,3 (гипс) до 4,0 (гидрогетит). Удельный вес верхних горизонтов литосферы, обогащенной перегноем, составляет 2,4-2,6, лесная подстилка, степной войлок имеют удельный вес в пределах от 1,2 до 1,8.

Объемная масса литосферы значительно отличается от удельного веса, так как литосфера - рыхлое живое тело биосферы, содержащее органическую часть, воздух и минеральную составляющую. В верхних горизонтах литосферы от 0 до 20см объемная масса составляет 0,8-1,2, а в нижних - 1,3 - 1,6 г/см<sup>3</sup>

Порозность литосферы верхних горизонтов колеблется в пределах 55-70, нижних - 35 - 50%.

Пластичность • это способность литосферы изменять свою форму во влажном состоянии. Пластичность верхних горизонтов литосферы в 2 раза ниже, чем у нижних горизонтов.

Липкость - это способность литосферы удерживать на своей поверхности какой-либо предмет во влажном состоянии. Верхние горизонты литосферы имеют большую липкость, чем нижние.

Усадка - это способность литосферы уменьшать свой объем при усыхании. Нижние горизонты литосферы имеют более высокую усадку, чем верхние.

Набухание - это способность литосферы увеличивать объем при увлажнении.

Перечисленные физические свойства литосферы определяются в основном за счет содержания глинистых минералов воды и их соотношением.

Величина набухания глинистых минералов составляет процентах к первоначальному объему: кварц - 0, каолинит - 4,5, гидрослюда 12, монтмориллонит - 96 [30].

По степени дисперсности выделяются 2 формы твердого вещества литосферы.

I группу образуют сравнительно крупные частицы, имеющие величину 0,001 мм, состоящие: а) из обломков горных пород и минералов сравнительно устойчивых к гипергенезу; б) минеральных новообразований; в) неизмененных органическими остатками.

II группу образуют тонко дисперсные частицы величиной менее 0,001 мм, состоят из: а) глинистых минералов; б) продуктов глубокого разложения животных и растительных остатков и продуктов биосинтеза из этих остатков новых соединений.

Чем выше степень дисперсности, тем больше удельная поверхность вещества. Суммарная поверхность одного грамма частиц литосферы величиной меньше 0,001 мм составляет 22600 см. Дисперсные вещества, как известно, способны образовывать дисперсную систему, в которой имеется дисперсная фаза и дисперсионная среда. Частицы дисперсной фазы находятся в равномерно перемешанном состоянии, как растворы дисперсионной среды. Среди дисперсных систем выделяются грубодисперсные системы с величиной частиц крупнее 0,1 микрона и коллоидно-дисперсные системы с величиной частиц от 0,1 микрона до 1 миллимикрона. Мельчайшие дисперсные системы с величиной частиц меньше 1 миллимикрона представляют собой молекулярно-дисперсные системы. Таким образом, коллоидное состояние, определяемое размерами частиц дисперсной фазы, имеет весьма важное значение и распространение в верхней части литосферы. По мнению В.И. Вернадского, коллоидное состояние является характерным состоянием верхней термодинамической геосферы.

Чрезвычайно мелкие размеры и соответственно большая удельная поверхность коллоидных частиц обуславливают появление особых свойств тонкодисперсной части литосферы. Это является одним из примеров диалектического перехода количественных признаков в новое качество.

Общеизвестно, что горные минералы имеют специфическую кристалло-химическую структуру. В этой структуре ионы, атомы и группы атомов химических элементов находятся в равновесном состоянии. Ионы кристаллической решетки, находящиеся на поверхности, способны взаимодействовать со своеобразными ионами, отталкиваясь или притягиваясь, в зависимости от знака заряда. Явление притяжения под влиянием остаточных сил ионов, находящихся на поверхности твердого тела, называется сорбцией (поглощением). Чем больше поверхность соприкосновения твердого тела с раствором, чем выше степень его дисперсности, тем больше эффект сорбции.

В атмосфере присутствуют также инертные, или благородные, газы. Основная масса благородных газов, находящихся в воздухе, представлена в следующих количествах по объему: аргона 0,934, неона  $1,8 \times 10^{-3}$ ; гелия  $5,24 \times 10^{-4}$ ; криптона  $1,4 \times 10^{-4}$ ; радона  $5 \times 10^{-18}$  %. Инертные газы бесцветны и не имеют запаха, они хорошо растворимы в воде, причем растворимость их возрастает с увеличением атомной массы. Растворимость радона в воде примерно в 2 раза выше растворимости ксенона и в 4 раза выше, чем криптона. Растворимость аргона близка к кислороду. Несмотря на то, что инертным газам атмосферы (Xe, Kr, Ar, Ne, Rn) отводится роль биологической индифферентности, В. И. Вернадский указывал на их существенное значение в естественном биогеохимическом круговороте веществ и энергии.

По данным А.Г. Воронова, в 1 м<sup>3</sup> атмосферы содержится в среднем 0,02-0,04 мг азота. Летом и осенью его количество возрастает в результате

грозовых разрядов, зимой падает. Так, осенью его содержание достигает до  $0,558 \text{ мг/м}^3$ , а зимой  $-0,0251 \text{ мг/м}^3$ . О различном количестве аммиака в воздухе различных географических широт можно судить по данным выпадения его с осадками. Так, в Японии оно равно  $2,5 \text{ кг/га}$  в год, в России -  $4,25$ , во Флоренции  $-13,02$ , в Париже  $-14,28 \text{ кг/га}$  в год.

Сера в атмосферном воздухе присутствует в 3 основных химических формах - в виде восстановленных соединений серы, двуокиси серы и сульфатной серы.

Восстановленная (сульфидная) сера поступает в атмосферу в результате биологических процессов разложения органических веществ и в незначительных количествах - при вулканической деятельности. Самые простые восстановленные соединения серы представлены сероводородом -  $\text{H}_2\text{S}$ , диметилсульфидом -  $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ , сероуглеродом -  $\text{CS}_2$ , карбонил сульфидом -  $\text{COS}$ , более сложные соединения сульфидной серы - меркаптаны, диметилдисульфиды.

В коллоидном растворе частицы какого-либо вещества обладают одинаковым зарядом и в силу этого отталкиваются друг от друга. Если же создадутся условия для взаимного притяжения частиц, то возникнут агрегаты из нескольких частиц, состояние коллоидного раствора будет нарушено, а вещество, находившееся в состоянии дисперсной фазы коллоидного раствора, выпадает в виде рыхлого осадка. Процесс соединения отдельных коллоидных частиц и выпадение осадка называется коагуляцией. Осадок, возникший в результате коагуляции, называется гелем. Коагуляция происходит в результате нейтрализации коллоидных частиц.

Гели чрезвычайно широко распространены в литосфере, они определяют многие физические свойства литосферы.

По количеству воды, которая удерживается коллоидами, выделяют гидрофильные и гидрофобные коллоиды. Частицы гидрофильных коллоидов удерживают большое количество молекул воды. В гидрофобных коллоидах вода не удерживается. Имея огромную поверхность, коллоиды могут сорбировать из раствора ионы различных химических элементов, не образуя с ними при этом химические соединения. Катионы раствора, поглощаясь коллоидными частицами, вытесняют ранее сорбированные катионы.

Таким образом, в процессе поглощения имеет место своеобразный физико-химический обмен химических элементов.

Было установлено, чем выше валентность поглощения иона, тем прочнее эти ионы связываются с потенциалопределяющими ионами и тем сильнее они нейтрализуют заряд коллоидной частицы. Уменьшение заряда сопровождается менее энергичным отталкиванием частиц друг от друга, что приводит к слипанию и коагуляции.

Поглощение коллоидными частицами одновалентных катионов способствует образованию зелей, а поглощение катионов способствует образованию гелей (301).

## Химические факторы литосферы

Основные химические процессы, а также плодородие почвы зависят от присутствия воды и кислорода, количество и доступность для растений которых во многом определяется физическими свойствами почвы.

Влага в почве может находиться во всех трех состояниях и в нескольких формах: гигроскопической, капиллярной, пленочной и свободной гравитационной. Гигроскопическая вода конденсируется на поверхности почвенных частиц, пленочная удерживается на поверхности почвенных частиц под действием молекулярных сил, капиллярная находится между частицами почвы благодаря поверхностному натяжению, а свободная гравитационная вода находится под влиянием силы тяжести и гидростатического напора и заполняет крупные промежутки почвы. Гигроскопическая вода прочно связана с почвенными частицами и поэтому не усваивается ни корнями растений, ни бактериями. Пленочная вода может использоваться только бактериями, а капиллярная и свободная гравитационная формы воды хорошо усваиваются корнями растений и всеми организмами почвы. Способность накапливать воду поверхностными слоями литосферы называется водоудерживающей способностью почвы, а способность почвы впитывать воду с поверхности называется инфильтрацией. Таким образом, идеальной почвой будет та, которая имеет хорошую инфильтрацию, хорошую водоудерживающую способность и имеет растительный покров, снижающий потери воды от испарения.

Естественный состав почвенного воздуха зависит в первую очередь от глубины. На глубине 20 см почвенный воздух имеет состав очень близкий к атмосферному. Состав почвенного воздуха регулируется потреблением кислорода и образованием  $\text{CO}_2$  в результате микробиологических процессов минерализации органических веществ и способностью почвы выделять  $\text{CO}_2$  в атмосферу с одновременным поглощением  $\text{O}_2$  из атмосферы. Поступление  $\text{O}_2$  происходит непосредственно с атмосферным воздухом и с дождевой водой. Чем ниже температура воды, тем больше с ней поступает  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$ .

Литосферная вода является средой, в которой осуществляется миграция и дифференциация химических элементов в процессе литогенеза.

Литосферная вода является той средой, в которой осуществляется миграция и дифференциация химических элементов в процессе литогенеза.

Многие вещества содержатся в свободной воде в виде истинных или коллоидных растворов. Литосферный раствор, по мнению В.В. Добровольского [30], можно назвать кровью литосферы, которая находится в состоянии динамического равновесия с твердым веществом и газами литосферы.

Растворимость газов в литосферном растворе зависит от давления газа, от температуры, а также от содержания различных химических веществ.

Наиболее энергично растворяется в литосферном растворе углекислый газ, причем с повышением температуры его растворимость понижается почти в три раза, менее растворим кислород и еще меньше азот. В литосферном растворе почти все химические соединения находятся в ионной форме. Основные анионы литосферного раствора –  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  - поступают в не-

го преимущественно в результате биологических процессов. Так, окислы азота в литосфере образуются в средних широтах при микробиологических процессах нитрофикации. В тропических широтах азот и окислы азота поступают в литосферу из атмосферы при грозových разрядах в количествах, достигающих 30 кг/га.

Фосфат - ионы, хлор - ионы, сульфат - ионы и другие преимущественно поступают в литосферный раствор из горных минералов и при разрушении растительных остатков.

Среди катионов в литосферном растворе постоянно находятся в значительном количестве  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Fe}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ . В весьма незначительном количестве присутствуют в литосферном растворе йод, медь, цинк, свинец, никель, кобальт, молибден, бор, стронций, марганец и другие микроэлементы.

Кроме минеральных химических соединений, в литосферном растворе постоянно присутствуют водорастворимые органические соединения, такие, как фульвокислоты, органические кислоты, аминокислоты, сахара, ферменты, витамины, спирты и пигменты.

Литосферный раствор имеет определенное осмотическое давление, которое зависит от количества ионов, молекул или мицелл, от сезонов года. Так, в средних широтах летом осмотическое давление повышается из-за уменьшения влажности литосферы при испарении, что ведет к увеличению концентрации ионов. В другие сезоны года за счет усиленного увлажнения литосферы осмотическое давление понижается.

Состав и концентрация литосферного раствора обуславливают его активную реакцию или РН, так как она определяется концентрацией в растворе ионов водорода. Вода, в слабой степени подвергаясь электролитической диссоциации, распадается на два иона:  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ . Концентрация этих ионов ничтожна: произведение концентраций  $\text{H}^+\text{OH}^-=10^{-14}$ . В идеально чистой воде должно находиться равное количество обоих ионов:  $\text{H}^+=\text{OH}^-=10^{-7}$ . При накоплении в толще литосферы катионов величина РН, которая равна отрицательному десятичному логарифму концентрации водородного иона:  $\text{РН}=-\text{lg}(\text{H}^+)$ , понижается, т.е. литосфера закисляется. В тех случаях, когда нарушение обменных процессов в литосфере идет с накоплением анионов, литосфера ощелачивается. Нейтральный, оптимальный литосферный раствор имеет величину РН от 6,5 до 7,0.

Величина РН литосферного раствора определяется следующими факторами. В результате жизнедеятельности микроорганизмов и растений в литосфере закономерно идет образование различных кислот: азотной, азотистой, серной, угольной, уксусной, щавелевой и т.д. Однако эти кислоты быстро нейтрализуются основаниями, главным образом сорбированными тонкодисперсной частью литосферы. Увеличение содержания в литосферном растворе кислот способствует увеличению растворимости  $\text{CaCO}_3$  и образованию бикарбоната кальция, который вовлекается в процесс нейтрализации РН.

Литосферный раствор обладает буферностью, т.е. свойством сохранять свою реакцию. Буферность литосферы определяется ходом окислительно-

восстановительных процессов. Окисление - потеря электронов окисляющими веществами, восстановление - приобретение электронов восстанавливающими веществами. Окислительно-восстановительные реакции в литосфере регулируются литосферными микро- и макробиоценозами. Литосфера находится в постоянном движении и изменяется во времени и в пространстве в совокупной взаимосвязи с многочисленными внешними факторами, наибольшее значение из которых имеет климат.

Растения могут извлекать из почвы минеральные вещества только в виде ионов растворимых солей. Эти ионы быстро вымывались бы из почвы, если бы они не были прочно связаны со стабильными почвенными частицами. Глина и гумус вступают в тесное взаимодействие, образуя глинисто-гумусовый комплекс (мицелла). Поверхность каждой такой сложной частицы имеет многочисленные отрицательно заряженные участки, притягивающие положительно заряженные ионы - кальций, магний, калий. При диссоциации из мицеллы какого-либо иона его место может занять любой другой ион, находящийся поблизости. Большая роль в обмене ионов принадлежит поступающим с дождевой водой ионам водорода, которые активно вытесняют ионы из мицеллы.

### **Феномен литофагии**

Все живое на Земле находится в теснейшей взаимосвязи с окружающей «неживой» средой обитания. Среди факторов, формировавших внешний облик живых организмов, неорганическая среда занимает особое место. Минеральный состав современных организмов складывался под воздействием двух процессов: с одной стороны меняющимися условиями среды их обитания, с другой - стремлением поставить организм под генетический контроль уже достигнутых им соотношений элементного состава. История взаимоотношений «среда-организм» полна драматизма. Лишь изучив прошлое, эволюцию и адаптацию организма к меняющемуся составу среды обитания, причины вымирания и расцвета таксонов мы можем грамотно ориентироваться в настоящем.

Феномен литофагии или камнеедения в животном мире сложился не случайно, а глубоко закономерно, как плата организмов за обретение внутренней свободы.

Термин «литофагия» в науку ввел известный сибирский геолог и поэт П.П. Драйверт в 1922 году, отметив литофагию у волков, северных оленей, лосей, куланов и других животных как явление самолечения.

Общеизвестно инстинктивное стремление маленьких детей и беременных женщин поедать мел, глину, песок и т.д. Менее известно, что поедание земляных веществ было распространено на протяжении всей истории человечества. Подтверждением тому может служить тот факт, что литофагиальные традиции сохранились у многих совершенно не связанных между собой племен и народов. О древности их свидетельствуют находки пищевых глин в древнейших могильниках, например, в захоронениях близ озер Танганьика в

Африке. Письменные свидетельства использования горных пород и минералов в медицинских целях можно встретить во всех восточных трактатах.

По литературным данным, на Гвинейском берегу негры употребляют в пищу желтую глину, на Антильских островах – красноватый вулканический туф. В Океании поедаются красные, белые, желтые глины. В Австралии туземцы используют в пищу «жирную землю». В США чернокожее население употребляет в пищу глину из долины Миссисипи, в Швеции – саамы, а на территории России – якуты едят глинистую массу «таас-халк» – каменное масло). Из приведенных примеров прослеживается одна закономерность: литофагами являются те, инстинкт которых не «задавлен» цивилизацией, а именно дети, представители коренных народностей, животные.

Употребляемые глины по минеральному составу соответствуют цеолитам, смектитам, хморитам, гидрослюдам, опалам и др.

Все они обладают хорошими сорбционными и ионообменными свойствами. Например, сорбционные свойства цеолитов, определяющиеся порами кристаллической решетки с сообщающимися «окнами» и свободным внутренним объемом пор, соответствуют 30-40% от объема. В ионный обмен вступают щелочные, щелочноземельные элементы и гидроксилкислоты. У глинистых минералов группы смектитов подвижная слоистая решетка определяет сорбционные и ионообменные свойства.

В связи с мощными сорбционно-ионообменными свойствами глин при их регулярном употреблении в пищу происходит восполнение недостающих химических элементов, тем самым предупреждая нарушение в системе минерального гомеостаза, что в конечном итоге приводит к повышению жизнеспособности организма.

## 11. ГИДРОСФЕРА

*Гидросфера* – это совокупность всех видов объектов земного шара, включающая океаны, моря, реки, озера, водохранилища, подземные воды, ледники, снежный и ледяной покров и капельно-жидкую воду, входящую в состав атмосферы.

Вода является именно той средой, в которой зародилась жизнь на Земле. Именно поэтому при исследовании других планет Солнечной системы в первую очередь проводят анализ на наличие воды, отождествляя ее присутствие с жизнью. Хотя, если предположить, что возможна не только углеродная основа жизни, а например кремниевая, то подход к поиску живых существ на других планетах можно расширить. Но для нас, жителей Земли, жизнь без воды невозможна. Именно поэтому вопросы сохранения и рационального использования пресной воды очень важна.

Значимость воды определяется огромным количеством функций, а именно, вода является регулятором климата планеты, средой обитания огромного количества организмов, вода входит в состав всех живых существ, выполняет в живом организме роль структурного компонента, растворителя,

транспортной среды питательных веществ, участника всех биохимических реакций.

### **Физические факторы гидросферы**

Если любой человек задаст себе простой вопрос: «Что такое вода?», то ответ наверняка будет также прост –  $H_2O$ . Но за этой простотой скрывается множество парадоксов и нераскрытых тайн.

Вода может находиться в живом организме одновременно в трех физических состояниях: жидком, газообразном и твердом, что является, в первую очередь, результатом различных взаимодействий между молекулами воды, на который действуют две силы. Первая – слабое взаимное притяжение (водородная связь), которое возникает из-за того, что атом водорода одной молекулы воды притягивается атомом кислорода другой молекулы. Водородная связь удерживает молекулы воды вместе. Вторая сила обусловлена кинетической энергией колебательного движения, присущего всем атомам и молекулам. Кинетическая энергия стремится разъединить молекулы воды. Сила кинетической энергии зависит от температуры: чем теплее, тем она выше. При температуре  $0^{\circ}C$  кинетическая энергия молекул по сравнению с водородной связью очень мала, поэтому молекулы замирают в определенном порядке. Получается лед. При  $100^{\circ}C$  кинетическая энергия настолько сильна, что она разрывает водородные связи молекул воды и оказывается в свободном состоянии. Испаряясь и насыщая воздух, молекулы воды тем самым повышают его влажность.

Анализ воды показывает, что вода это смесь 45 разнообразных изотопных разновидностей воды, из которых только 7 устойчивы, т.к. не имеют радиоактивности. 97,8% гидросферы состоит из обычной воды с молекулярным составом  $H_2^{16}O$ . В оставшихся 2,2% воды присутствуют изотопы кислорода  $O^{17}$  и  $O^{18}$ , а также изотопы водорода с массами 2 и 3. Изотопный состав меняет физические свойства воды. Так, тяжелая вода имеет плотность 1,104 г/см, кипит при  $101^{\circ}C$ . Тяжелая вода угнетает рост и развитие растений, а в больших дозах приводит к их гибели.

Разнообразие свойств воды определяется прежде всего теми химическими элементами, которые ее образуют. Водород – элемент, который не имеет ни одной заполненной, а потому устойчивой электронной оболочки. Простота его строения – один протон и один электрон – обеспечивает ему особые свойства. Кислород не досчитывает двух периферических электронов для заполнения своей второй электронной оболочки. Чтобы она была устойчива, кислороду нужно еще два электрона. Поэтому у кислорода резко выраженный электроположительный характер, он атакует все атомы, отдающие электроны, и поэтому оказывается одним из наиболее активных элементов в природе.

Молекулы воды взаимодействуют друг с другом как магниты, создавая пространственные структуры. Каждая молекула может притянуть по четыре молекулы, создавая различные межмолекулярные структуры. Высказывается

множество гипотез о изменении структуры воды в различных условиях. Изучение самого простого соединения позволило выяснить многообразие функций, выполняемых водой в биосфере.

Так, вода является мощным регулятором климата. Стремясь остаться в жидком состоянии, вода требует 2250 Дж для превращения 1 г воды в пар и 332 Дж для перехода 1 г льда в воду. При обратных превращениях тепло выделяется в аналогичных количествах. Основная часть солнечной энергии, достигающей Земли, поглощается гидросферой и затрачивается на испарение. Но эта энергия не потеряна для планеты. При конденсации пара в верхней части тропосферы энергия выделяется в виде тепла. Водяной пар выступает в данном примере как теплоноситель, перемещая тепло Солнца от поверхности Земли, одновременно увлажняя воздух и участки суши. Мощные импульсы тепла, возникающие при конденсации паров воды в атмосфере, служат двигателем циркуляции атмосферы, образуют теплые и холодные синоптические фронты, смену погодных условий.

Пары воды в атмосфере поглощают инфракрасное излучение Земли, создавая парниковый эффект (роль пара в этом процессе больше, чем у углекислоты).

Благодаря поглощению и выделению тепла при образовании снега, льда и пара происходит плавный переход от лета к зиме и наоборот. Осенью выделяется скрытая теплота замерзания, а весной тепло забирается на таяние снега.

Вода через океаническую составляющую уменьшает различия в температуре между низкими (экваториальными) и высокими (полярными) широтами. Это происходит вследствие того, что мощные течения несут к полюсам огромные массы нагретой в тропиках воды, а от полюсов – холодные. Теплые и холодные океанические течения настолько сильно воздействуют на омываемые ими участки континентов, что существенно меняют широтную географическую зональность (Гольфстрим делает Мурманск незамерзающим портом).

Молекулы, находящиеся внутри массы воды, испытывают притяжение соседних молекул – магнетиков во всех направлениях. Если же молекула расположена на поверхности, то такое притяжение возможно только в нижней полусфере вокруг молекулы. Она как бы втягивается внутрь водной массы. Этот процесс обуславливает второе уникальное свойство воды – поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение воды больше, чем у любой другой жидкости (за исключением жидкой ртути). Поверхностное натяжение изменяется в зависимости от количества растворенных в ней химических веществ и газов. Самое высокое поверхностное натяжение у абсолютно чистой воды.

Третьим уникальным свойством воды является ее способность растворять разнообразные вещества. Вода – это самый сильный инертный растворитель, т.к. в ней в разной степени растворяются все известные на Земле вещества. Растворяясь в воде, различные вещества по-разному изменяют ее первоначальные характеристики. Одни – уплотняют воду или приближают ее

структуру к структуре льда, другие делают ее более рыхлой, снижают давление внутри воды. К разуплотняющим воду веществам, т.е. те, которые снижают давление внутри нее, относятся ионы калия, рубидия, цезия, брома, йода.

Кроме того, растворение веществ происходит с выделением тепла. Чем лучше растворяется вещество, тем больше выделяется тепла.

Вода обладает высокой способностью смачивать твердые тела, т.е. прилипать к ним при соприкосновении. При смачивании тонким слоем за счет поверхностного натяжения вода может прочно удерживаться на поверхности твердых частиц. Это позволяет воде передвигаться по тонким порам и трещинам вопреки силе тяжести, так как на границе со смоченной породой край водной поверхности за счет смачивания и прилипания ползет вверх, образуя в канале или трещине вогнутую поверхность.

Но возникают ситуации, когда твердые тонкодисперсные не растворяющиеся частицы попадают в воду. Вступая в контакт с адсорбирующей поверхностью, молекулы воды теряют свою подвижность, связываются с твердой поверхностью, выделяя при этом внутреннюю кинетическую энергию, которую называют теплотой смачивания. При выпадении на поверхность воды 1 г тонко размолотых частиц некоторых минералов выделяется 3352 Дж тепла. При выпадении золотых частиц Сахары на поверхность Атлантического океана выделяется в 10 раз больше тепла, чем затрачивается на испарение.

Считается, что о воде еще многое неизвестно и самое простое химическое вещество биосферы остается загадкой для человечества.

### **Химические факторы гидросферы**

По содержанию в гидросфере химических веществ воды делятся на три группы:

1. Пресные, в которых основными химическими компонентами являются ионы.
2. Соленые, в которых количество ионов и гидратных комплексов уравновешено.
3. Сильносоленые или рассолы, в которых резко преобладают гидратные комплексы.

Кроме того, в воде растворяются все газы, присутствующие в атмосферном воздухе.

Водоисточники делятся на поверхностные, подземные и атмосферные.

Подземные водоисточники пропитывают толщу земной коры до глубины 14 км., заполняя поры, трещины и пустоты в виде тончайших пленок, струй и потоков. Характерными особенностями подземных вод являются:

- 1) тесный контакт с почвой и породами земной коры,
- 2) послойное расположение водоносных горизонтов, разделенных водонепроницаемыми пластами породы,
- 3) слабая связь с атмосферой,

- 4) слабое развитие биологических процессов и бедность форм жизни,
- 5) нахождение в условиях повышенной температуры и давления,
- 6) стабильный состав, особенно в отношении кальция, йода, фтора.

Характерными особенностями поверхностных водоисточников является:

- 1) непостоянство и неоднородность химического и бактериального состава,
- 2) низкая минерализация, значительное содержание органических веществ, а так же растительных и животных организмов,
- 3) доступность для загрязнений,
- 4) механизмы восстановления (самоочищение).

Основной особенностью атмосферной воды является малая степень минерализации. При прохождении через толщу воздуха она растворяет газы, входящие в его состав, захватывает пылевые частицы и микроорганизмы. Наибольшее содержание различных примесей в атмосферно воде наблюдается в засушливых и приморских районах, а также в зоне промышленных городов.

Атмосферная вода может содержать более 450 мг/л взвешенных и растворенных веществ. Чаще всего, основным ингредиентом является ион серной кислоты, вследствие чего вода приобретает кислую реакцию.

Уникальные свойства воды делают ее беззащитной перед антропогенными загрязнителями, поэтому сохранение химической чистоты гидросферы, с целью безопасного употребления воды в питьевых целях является одной из важнейших задач экологии.

По данным ООН, в мире выпускается до 1 млн. наименований в год ранее не существовавшей продукции, в том числе до 100 тыс. химических соединений, из которых около 15 тыс. является потенциальными токсикантами. Считается, что до 80% всех химических соединений, поступающих во внешнюю среду, рано или поздно попадают в природную воду с промышленными, бытовыми и ливневыми стоками. Подсчитано, что в мире ежегодно выбрасывается более 420 км.<sup>3</sup> сточных вод, которые в состоянии сделать непригодной к употреблению 7 тыс. км.<sup>3</sup> чистой воды, что в 1,5 раза больше всего речного стока бывшего СССР в год.

Загрязнению противостоят естественные процессы самоочищения, которые включают процесс осаждения примесей, деятельность водных растений и бактерий, разложения веществ под действием физических факторов. Но естественные процессы самоочищения не справляются с антропогенной нагрузкой. Так, для полной очистки воды озер требуется 17 лет, воды в руслах рек – 16 дней.

Одной из наиболее действенных мер сохранения здоровья является нормирование химических факторов в воде и контроль над их соблюдением.

Все химические вещества, попадающие в гидросферу, делятся на четыре группы:

1 группа – химические вещества, не оказывающие влияние на здоровье людей в тех концентрациях, в которых они встречаются в природной воде, но

их наличие свидетельствует о возможном загрязнении воды патогенными микроорганизмами, прежде всего химической группы (это азот аммиака, окисляемость, биологическая потребность кислорода и др.).

2 группа – химические вещества, в определенных концентрациях оказывающих положительное влияние на здоровье людей (биоэлементы).

3 группа – химические вещества, вредные для здоровья человека или экологически значимые. Данная группа делится на две подгруппы, а именно:

- природного происхождения (это радиоактивные природные изотопы, нитраты, мышьяк, свинец и др.),
- подгруппа антропогенного происхождения.

4 группа – вещества, относительно индифферентные для здоровья человека. Критерием нормирования этой подгруппы является их влияние на органолептические свойства воды.

### **Биологические факторы гидросферы**

Оценивая системную организованность гидросферы в единой биосфере Вернадский выделил в гидросфере пленки жизни и сгущения жизни, которые образуют область наибольшей трансформации солнечной энергии и имеют три важных свойства:

1. Синтез свободного кислорода биосферы по отношению к характеру их зеленого живого вещества и его в них распределению.
2. Размножение, создание нового живого вещества.
3. Неизменность химических функций в создании химического состава планеты по отношению геохимических процессов в истории химических элементов.

В гидросфере выделяются пять скоплений биоценозов – это две пленки: планктонный биоценоз и донный биоценоз, а также три сгущения: прибрежный биоценоз, саргассовый биоценоз и рифовый биоценоз.

Планктонный биоценоз гидросферы синтезирует автотрофное живое вещество гидросферы, а накопленная им энергия является энергетическим источником большинства биогеохимических процессов. Планктонный биоценоз представляет собой сырье для горных пород, так как он продуцирует огромное количество биогенного вещества, которое под действием силы тяжести, опускается сквозь водную толщу на дно.

Донный биоценоз представлен бактериями, простейшими и многоклеточными животными разных типов, здесь их насчитывают 157 тыс. видов из 16 тыс. видов присутствующих в гидросфере.

Состав живого вещества в стоячих и текучих водах значительно различается. В текучих водах отсутствует планктон, и единственными фотоавтотрофами являются прикрепленные бентосные растения.

Живое вещество озер имеет большое сходство с биоценозами океанов и морей. Здесь интенсивно развивается фитопланктон, который состоит главным образом из водорослей и цианобактерий. Фитопланктон стоячих водоемов играет важную роль в снабжении воды кислородом.

По способности гидробионтов выживать и развиваться, т.е. по их сапробности можно судить о степени загрязнения водоема и прогнозировать процессы самоочищения на перспективу. С учетом сапробности гидробионтов все водоемы или отдельные их участки, можно разделить на поли-, мезо- и олигосапробные.

Полисапробная зона (зона сильного загрязнения) характеризуется значительным содержанием в воде органических соединений, таких, как альбумоиды, аммиак, фосфаты, сероводород, почти полным отсутствием растворенного кислорода, в результате чего биохимические процессы носят в основном анаэробный характер. Происходит массовое развитие гетеротрофных растительных организмов, различных сапрофитных и нитчатых бактерий. Их число в 1 мл. воды измеряется миллионами. Преобладают бесцветные жгутиковые, серные бактерии, инфузории, амёбы, потребность в кислороде которых ничтожна. Водных цветковых растений практически нет.

В мезосапробной зоне (зона среднего загрязнения) выделяют  $\alpha$  и  $\beta$  - мезосапробные подзоны.

В  $\alpha$  - мезосапробной зоне протекают уже аэробные процессы окисления органических веществ. В воде находятся аспарагин, лейцин, гликокол, т.е. продукты распада белков, а также солевой аммиак, свидетельствующий о начавшемся окислении. Развиваются грибы, бактерии, сине – зеленые водоросли, зеленые и диатомовые водоросли. Водных цветковых растений очень мало.

В  $\beta$  - мезосапробной зоне полностью отсутствуют легко окисляемые органические вещества. Появляются нитриты и нитраты, немного углекислого газа, сероводорода нет. К водорослям присоединяются жгутиковые, инфузории, коловратки, ракообразные, рыбы, много водных цветковых растений.

Для нормирования биологических факторов, определяющих качество воды, их делят на две группы:

1. Постоянные природные обитатели вод, составляющие ее биоценоз;
2. Случайные обитатели воды, как правило, антропогенного происхождения, включающие микроорганизмы – индикаторы загрязнения воды (это группа кишечной палочки) и патогенные микроорганизмы.

### **Вода как лечебно-оздоравливающее средство**

Вода, как и пища, является комплексным фактором внешней среды, без которого существование жизни не возможно. Вода сходна с пищевыми продуктами по пути поступления в организм (выполняя при этом свои функции), но обладает и другими жизненно важными элементами воздействия на живые организмы.

Для простоты восприятия представленной информации обратимся к таблице 7.

Таблица 7.

Влияние внешней среды на качественные характеристики	Поступление энергии информации вещества	Путь поступления	Функции
Литосфера	Пища	Желудочно-кишечный тракт	Энергетические
Гидросфера			Пластические
Атмосфера			Биорегуляторные
Гидросфера	Вода	Желудочно-кишечный тракт	Создание внутренней среды
Литосфера		Кожа	Пластические
Атмосфера		Воздухоносные пути	Регуляторные
Атмосфера	Воздух	Воздухоносные пути	Окислительно-восстановительные реакции
Литосфера		Желудочно-кишечный тракт	Биорегуляторные
Гидросфера		Кожа	Пластические

Из нее видно, что на качественные характеристики всех трех компонентов внешней среды (пищи, воды, воздуха), через которые происходит обмен живого организма энергией, информацией и веществом влияют все элементы биосферы, но в разной степени.

То же можно сказать и об основных путях поступления в организм и о жизненной важности выполняемых в нем функций. Так, если без пищи человек может прожить больше месяца, то без воды всего несколько дней, а без воздуха 1-2 минуты.

С оздоравливающей целью воду применяют внутрь и наружно. Действующими факторами являются: количество, температуры, время воздействия, содержание в виде газообразных и растворенных химических и биологически активных веществ, а также ее структурная организация.

Не останавливаясь на групповой разнообразии минеральных вод, остановимся на механизме их действия на организм, в котором выделяют три действия:

Первое – нервно-рефлекторное через чувствительные к химическому составу рецепторы;

Второе – контактное полостное через сосудистое русло;

Третье – общее регулирующее через обменные процессы, изменяемые под влиянием микроэлементов и биологически активных компонентов.

Перечисленные механизмы не отражают все эффекты, возникающие в организме при контакте с водой. Этот раздел медицины постоянно пополняется новыми научными данными.

## 12. АТМОСФЕРА

*Атмосфера* – это огромная воздушная система. Нижний слой (тропосфера) толщиной 8 км. в полярных и 18 км. в экваториальных широтах. Верхний слой (стратосфера) толщиной до 55 км.

Назначением атмосферы в экосистеме Земли является:

1. обеспечение человека, животного и растительного мира жизненно необходимыми газовыми элементами;
2. защита Земли от метеоритного воздействия, от космического и солнечного облучения;
3. обеспечение процессов производственной деятельности человека газовыми элементами.

В процессе существования атмосфера подвергается следующим изменениям:

- изъятию газовых элементов;
- загрязнению газовыми примесями, разрушающими ее газовую структуру;
- загрязнению взвешенными веществами;
- нагреванию;
- самоочищению.

Организм человека как и всех живых существ формировался в чистом воздухе, поэтому он предъявляет высокие требования к качеству воздуха и требует постоянства его среды.

Качество воздуха определяется его свойствами: физическими, химическими, биологическими.

### **Физические факторы атмосферы**

Атмосфера наполнена различными явлениями и факторами, имеющими физическую природу и оказывающими на живое вещество значительное влияние.

Мощный рентгеновский поток из Галактики образует в стратосфере Земли высокие концентрации окиси азота. Окись азота разрушает озоновый слой планеты, что в свою очередь усиливает влияние ионизирующих видов излучения на биотические факторы Земли. В настоящее время данный процесс сбалансирован и большой вред озоновому экрану наносит деятельность человека.

Атмосферный воздух наполнен и такими элементарными частицами как нейтрино и антинейтрино. Высказывается предположение, что в живых организмах могут происходить биохимические реакции ядерного синтеза. Так, из  $K^{39}_{19}$  при присоединении нейтрино может образовываться  $Ca^{40}_2$ .

Кроме элементарных частиц, в атмосфере присутствуют световые, инфракрасные и ультрафиолетовые потоки природного или Солнечного происхождения.

По биологическому эффекту УФ часть солнечного спектра делится на три участка:

1. участок «С» с  $\lambda$  100 – 280 нм. – угнетает обменные процессы, обладает выраженным бактерицидным действием.

2. Участок «В» с  $\lambda$  280 – 320 нм. Оказывает регулирующее влияние на обменные процессы, на иммунологическую реактивность, способствует синтезу витамина Д<sub>3</sub> в коже человека.

3. участок «А» - участвует в процессах фотосинтеза, пигментобразования и сосудистых реакциях с  $\lambda$  320 – 380 нм.

Световой или видимый поток имеет длину волны 380 – 760 нм. К данному участку адаптированы все светлюбивые живые организмы, включая человека. Интенсивность светового потока влияет не только на зрительный анализатор, но и обладает действием на центральную нервную систему, регулируя интенсивность протекания обменных процессов.

Инфракрасный Солнечный поток оказывает тепловой эффект.

Живые организмы также излучают сверхслабые фотонные потоки в диапазоне между инфракрасной и ультрафиолетовой областью. Данное фотонное излучение играет важную роль в межклеточных взаимодействиях. Воздействие космических и солнечных электромагнитных излучений способствует извлечению из биофотонов квантовой информации, которая регулирует деятельность клетки.

Геомагнитное поле Земли – следующий физический фактор, являющийся значимым для все биотических факторов планеты. На полюсах напряженность магнитного поля Земли в 2 раза больше, чем на экваторе. Магнитное поле Земли удерживает электроны, протоны и другие частицы, стремящиеся из Космоса к Земле.

Пример.

Короткопериодические колебания магнитного поля Земли (от 0,01 до 20 Гц). Соподчинены в ритм волн электроэнцефалограммы, изменяют время реакции животных на раздражители.

К физическим факторам атмосферы относятся также влажность, температура, скорость передвижения и атмосферное давление, инфразвук, ультразвук, волны слышимости. Первые три играют огромное значение в росте и развитии насекомых и растений, а также в терморегуляции.

- Источником инфразвука является шторм, грозы, извержение вулкана, ураганы, полярные сияния, частота в Герц. Слабый инфразвук действует на внутреннее ухо и воспроизводит всю картину морской болезни. Сильные заставляют органы вибрировать, вызывая повреждение, а сердце может даже остановиться. Инфразвук средней интенсивности приводит к нарушению функции органов пищеварения и мозга, приводя к развитию обмороков и слепоты. Антропогенными источниками инфразвука являются самолеты и автотранспорт. Понижение атмосферного давления приводит к повышению восприимчивости к инфекционным заболеваниям, подавлению настроения, снижению работоспособности. Резкое снижение на 10 – 12 мм. рт. столба может привести к сосудистым кризисам.

## Химические факторы атмосферы

Атмосферный воздух представляет собой динамически подвижную смесь нескольких газообразных и парообразных химических соединений органического и неорганического состава.

К постоянным химическим составляющим относятся азот, кислород, углекислый газ, неон, гелий, криптон, ксенон, аммиак, метан, озон, диоксид серы, сероводород, фосфор, водород, углерод.

Атмосфера принимает участие в биогеохимическом обмене азота, кислорода, углекислого газа, фосфора, серы.

Азот (массовая доля 75,6%) – один из важнейших биогенных элементов, так как он является компонентом жизненно важных органических и неорганических соединений.

Кислород (массовая доля 20,74%) – важнейший для жизнедеятельности химический элемент. Поступление молекулярного кислорода в живые организмы обеспечивает процессы биологического окисления органических веществ. В результате этих процессов освобождается энергия, идущая на обеспечение жизнедеятельности организма.

Углерод (массовая доля 0,032% по объему). Участвует в большинстве биохимических и биогеохимических процессах, происходящих в биосфере.

В атмосфере присутствуют также инертные или благородные газы (аргон, неон, криптон и другие). Хотя их считают биологически индифферентными, Вернадский указывал на их существенное значение в биогеохимическом круговороте веществ и энергии.

Сера в атмосферном воздухе присутствует в виде восстановленных соединений, двуокиси и в виде сульфатной серы. Доказано, что в стратосфере существует сульфатный слой. Химия серы в стратосфере тесно связана с химией азота и углерода.

Под действием физических факторов, таких как электромагнитное поле, ионизирующие виды излучения, распыление воды, грозовые разряды и другие, происходит образование аэроионов. Аэроионы являются продуктом расщепления газообразных и парообразных химических соединений воздуха.

Первично образуются легкие «-» и «+» аэроионы. Вторичные продукты – это тяжелые аэроионы, которые появляются после присоединения к легким аэроионом пылинок, молекул воды, микробных клеток.

Разность потенциалов между воздухом и землей на расстоянии одного метра от земли составляет 200 – 300 Вольт. Земля заряжена отрицательно, поэтому положительные заряды устремлены к поверхности Земли.

Доказано, что «-» и «+» аэроионы оказывают разное действие на организм.

Отрицательные легкие аэроионы приводят

- к снижению скорости оседания эритроцитов
- уменьшается вязкость и свертываемость крови
- усиливается иммунный ответ
- стабилизируется рост клеток

- усиливают эпителизацию ран.

Все физические и химические факторы не постоянны. Их параметры изменяются в течение суток, недели, месяца, сезона, года и т.д.

За 200 лет наблюдения за параметрами атмосферы были зарегистрированы их максимальные отклонения. Температура от +58 до –82, скорость ветра – до 110 м/с, а количество осадков – до 24 м. в месяц.

### **Биологические факторы**

Живые организмы в атмосфере создают свой биоценоз.

В приземном слое постоянно обитают насекомые и птицы. Особый интерес представляют вирусы, которые лишены раздражимости, способности синтезировать белки. Существуют только в других живых организмах. Размеры вируса в 100 раз меньше бактерий. Вирусы необычайно устойчивы: выживают в 100<sup>0</sup> воде, спирте, феноле. Вирусы выполняют в атмосфере особую функцию. Чаще они проникают в слабые особи и способствуют выживанию наиболее приспособленных.

Особое место в атмосфере отводится безъядерным клеткам – прокариотам. Наиболее древними представителями прокариот являются археобактерии, способные поглощать кванты света.

Цианобактерии – подцарство прокариотов, могут подстраиваться к различным спектральным составам солнечного излучения за счет двух фотосинтезирующих пигментов – фикоцианика и фикоэритика. Помимо того, что они очень активно синтезируют кислород, цианобактерии еще и способны фиксировать свободный азот атмосферы.

## **13. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ**

Экология рассматривает процесс питания как многоуровневую проблему. На биосферном уровне питание оценивается и изучается как процесс избирательного захвата, переработки и усвоения элементов внешней среды живыми организмами. В настоящее время на данном уровне остаются спорными два вопроса: вопрос единства типов пищеварения (внутриклеточное, мембранное, внеклеточное) у всех организмов; и вопрос о разделении организмов по элементам питания.

На уровне человеческих популяций – питание рассматривается как энергетическое и пластическое обеспечение процессов построения и обновления функциональных, энергообразующих, транспортных, опорных и других функций организма.

На клеточном уровне – как энергетическое и пластическое обеспечение процессов ассимиляции органических и неорганических соединений, их распад и удаление.

На молекулярном уровне – как обмен веществами и энергией с внешней средой.

Во второй половине 20-го столетия экологи отметили обострение проблемы питания, которое связано и с экологическими катастрофами, приводящими к исчезновению видов и с увеличением темпов роста населения. Прогнозы таковы, что к концу 21 века население планеты удвоится и будет равняться 14-15 млрд. Это при том, что в настоящее время 1,5 млрд. человек постоянно голодает. Это создает еще одну проблему, проблему наращивания пищевого потенциала, связанную с интенсификацией методов выращивания продуктов питания.

Пищевые вещества образуются в процессе фотосинтеза и хемосинтеза (микроорганизмы, окисляя аммиак, нитраты, синтезируют из двуокиси углерода органическое вещество). Образовавшиеся таким образом на Земле органические соединения являются энергетической структурной первоосновой создания различных пищевых веществ. Мигрируя по пищевым (трофическим) путям различных экосистем и преобразуясь, они поступают в виде продуктов питания растительного и животного происхождения в организм человека.

Одновременно по пищевым путям движутся и пищевые, чужеродные компоненты, чаще антропогенного загрязнения, и, в конечном итоге, также попадают в организм человека.

Все поступающие в организм человека компоненты в виде пищи или вместе с ней можно разделить на три группы:

Первую группу представляют главные пищевые вещества или нутриенты, т.е. усвояемые углеводы, белки, жиры и липоиды, витамины, минеральные элементы, вода. Данные вещества являются энергетическими и структурными компонентами организма и в связи с этим считаются жизненно необходимыми.

Вторую группу представляют природные пищевые вещества, имеющие определенное отношение к пищевым, но не играющие ни энергетического, ни пластического значения. Эта группа объединяет пищевые волокна, молочнокислые бактерии, пищевые дрожжи, фармакологические соединения, антивитамины вещества. Они являются биостимуляторами, биорегуляторами, биоингибиторами. Например, соевый ингибитор Кунитца, ингибиторы из семян пшеницы, кукурузы инактивируют протеиназы. Тиаминаза, ниоциноген, аскорбатоксидаза ингибируют витамины. В эту же группу входят кофеин, серотонин, гистамин, а также токсические вещества – солонин картофеля, фазин фасоли и др. В естественных условиях вещества данной группы находятся в пищевых продуктах в небольшом количестве, поэтому не представляют особой опасности для людей.

Третью группу представляют чужеродные непищевые компоненты. Это пестициды, тяжелые металлы, радионуклиды, лекарственные средства, токсины микробов, бактерии, вирусы, простейшие и синтетические химические соединения. Вещества данной группы вызывают экологические поражения организма.

Их можно разделить на две группы:



Данные положения сформулированы в теории адекватного питания и складываются из следующих постулатов:

1. Питание поддерживает молекулярный состав и возмещает энергетические и пластические расходы организма (1-ая группа веществ).
2. Необходимыми компонентами пищи служат не только нутриенты, но и балластные вещества (2-ая группа веществ).
3. Микроорганизмы желудочно-кишечного тракта являются синергистами ассимилирующего макроорганизма и, регулируя баланс нутриентов, обеспечивают с механизмами полостного, мембранного, а иногда и внутриклеточного пищеварения потоков нутриентов и регуляторных веществ из желудочно-кишечного тракта, имеющих жизненно важное значение.

Самым спорным вопросом теории адекватного питания является третий пункт, объясняющий взаимодействие макро- и микроорганизма. Это связано с тем, что в современной научной литературе имеется множество подтверждений тому, что микроорганизмы, т.е. эндоэкология обладает свойствами, которые как нарушают деятельность макроорганизма, так и регулируют обменные процессы. Данные свойства зависят от микробных сообществ.

Микробная экология человека представлена несколькими микробиоценозами: кишечный, кожный, рта, носоглотки других слизистых, контактирующих с внешней средой.

Основу нормальной микрофлоры человека составляют облигатно-анаэробные бактерии, представленные 17-ю различными семействами, 45 родами, и около 400 видами. Облигатные микроорганизмы находятся между собой в разнообразных взаимоотношениях (нейтрализм, конкуренция, синергизм, паразитизм и т.д.), не говоря уже о тех случаях, когда в микробиоценоз попадает транзитная флора.

Но благодаря сложной системе кооперации облигатное микробиоэкологическое сообщество выступает как единое целое, работающее в интересах всей системы и организма хозяина, со способностью противостоять в определенных пределах изменениям условий среды и колебаниям плотности транзитных микробных популяций.

Итак, пища попала в желудочно-кишечный тракт. С позиции теории адекватного питания из пищеварительного тракта во внутреннюю среду попадает по крайней мере 6 потоков. Это:

1. поток нутриентов (белков, жиров, углеводов)
2. поток гормонов и других физиологически активных веществ
3. три потока бактериальных метаболитов
4. поток веществ, поступающих с загрязненной пищей

Поток гормонов и физиологически активных веществ можно разделить на:

-эндогенный, который содержит гормоны, продуцируемые эндокринными клетками желудочно-кишечного тракта. Эти клетки (апад. Система) продуцируют около 30 гормонов и гормоноподобных субстанций, контролирующих не только функции пищеварительного аппарата, но и важнейшие метаболические и эндокринные функции организма в целом (тиреотропный, АКТГ, эндогенные морфины и т.д.). Благодаря этому потоку осуществляются связи: 1) между поступлением пищи и системами, контролирующими усвоение; 2) между системами, реализующими поглощение пищи и ее переработку; 3) между системами, обеспечивающими переработку пищи и системами, предохраняющими организм от поступления в его внутреннюю среду чужеродных антигенов.

-и эндогенный поток, который состоит из физиологически активных веществ, образующихся при гидролизе пищи (экзорфины молока и пшеницы – казморфин).

Бактериальные метаболиты делятся на три потока:

Первый – поток нутриентов, модифицированных при декарбоксилировании;

Второй – поток продуктов жизнедеятельности бактерий;

Третий – поток модифицированных бактериальной флорой балластных веществ.

В эти потоки входят витамины, незаменимые аминокислоты, амины (тирамин, гистамин и др.).

Поток веществ, поступающих с загрязненной пищей – данный поток также подвергается микробной модификации, взаимодействует с продуктами расщепления нутриентов, балластных веществ и при благоприятных условиях, связавшись, может частично удалиться из организма.

Характер, режим, состав пищи, а также эмоциональная окраска приема пищи может приводить к развитию дисбактериоза и, как следствие, к повышению образования аминов и к увеличению потока токсичных веществ.

## **14. ДИАЛЕКТИКА АНТРОПОБИОСФЕРЫ**

Хозяйственная деятельность человека весомо вмешалась в законы развития биосферы. Это привело к тому, что в биосфере стали происходить изменения в связях между природой и человеком, что приводило к одновременным переменам в природе и в формах деятельности человека. Происходящие перемены получили название «закона бумеранга», то есть воздействие человека на биосферу, приводящее к ее изменению, влечет за собой состояние, когда человек начинает испытывать трудности в необходимых природных ресурсах, вынужден менять форму хозяйственной деятельности, что вновь приводит к изменениям в биосфере. Данный закон согласуется с законом необратимости процессов взаимодействия человек – биосфера, который свидетельствует о том, что при переэксплуатации возобновимых ресурсов (почва, растительность, животный мир, некоторые минеральные ресурсы) они постепенно преобразуются в невозобновимые.

Существование возобновимых ресурсов связано с обратимостью биосферы. Биосфера всегда стремится к восстановлению равновесия. Чем сильнее давление на биосферу, тем в большей степени включаются восстанавливающие силы биосферы. Это возможно только в условиях, когда биосфера не приблизилась к критической форме своего развития.

Современные мощности промышленности, приводящие к быстрому истощению невозобновляемых ресурсов (каменный уголь, нефть, металлические руды), отходы от переработки которых истощают возобновляемые ресурсы, приближают биосферу к критической фазе развития.

### **Источники загрязнения биосферы**

К основным источникам загрязнения биосферы можно отнести:

1. Промышленные предприятия химической, металлургической, машиностроительной, фармацевтической промышленности, строительной индустрии и др.
2. Теплоэнергетика. ТЭЦ, ГЭС, АЭС, котельные.
3. Транспорт.
4. Сельское хозяйство (пестициды, минеральные удобрения, отходы животноводческих ферм, птичников и др.).
5. Бытовые предприятия, лечебно-профилактические учреждения, жилые дома.
6. Радиолокационные и вещательные станции.

Причины возникновения критической ситуации в жизнедеятельности биосферы заключаются в стереотипах, сложившихся в процессе тысячелетнего общения человека с окружающей средой. Эти стереотипы можно сформулировать следующим образом:

- 1) природные ресурсы велики, возобновимы и ими можно управлять;
- 2) способность биосферы к самоочищению велика;
- 3) легче и дешевле разработать новые методы водоподготовки, продавая чистый воздух и пищевые продукты, чем предупреждать загрязнение биосферы;
- 4) использование неиссякаемых ресурсов природы в технологиях доступно и дешево.

За счет каких же механизмов биосфера восстанавливается, т.е. защищается от деятельности человека? В каждой природной среде они одинаковы, но имеют разную эффективность.

### **Физико-химические и биохимические превращения водных загрязнений (самоочищение воды)**

В распределении и превращении веществ, поступающих в водную среду, важную роль играют: **во-первых**, физические процессы (перемешивание, осаждение, адсорбция, десорбция, улетучивание, фотолиз). Основная часть

металлов, попадающих в воду, переходит в осадок и содержится в донных отложениях в виде карбонатов, сульфидов и в связанном с органическими осадками состояниях; **во-вторых**, химические процессы (диссоциация, гидролиз, комплексообразование, окислительно-восстановительные реакции). В превращении органических соединений важное значение имеют реакции гидролиза, металлических – комплексообразование; в третьих, биогеохимические процессы (разрушение и превращение с участием микроорганизмов, поглощение и концентрация живыми организмами, захоронение с отходами жизнедеятельности. Через клеточную мембрану химические вещества проникают путем диффузии по градиенту концентрации, путем активного транспорта и путем пиноцитоза. Проникающая способность органических молекул возрастает с удлинением углеводородной цепи и с увеличением числа метил-, этил- и фенилгрупп.

Накопление химических веществ в гидробионтах обусловлено их липофильностью и сродством к биоэлементам, которые выполняют в клетках каталитические и пластические функции.

Для построения единицы массы определенного трофического уровня индивиды должны потреблять десятикратное количество пищи. Вместе с поглощенным количеством пищи организмы поглощают и токсические вещества, уже усвоенные организмом предыдущего звена биогеохимической пищевой цепи. Это приводит к частичному усвоению массы и максимума токсиканта. В следующем звене пищевой цепи наблюдается та же картина. В процессе поглощения гидробионтами химические вещества подвергаются биотрансформации (метилирование, окисление, восстановление, гидролиз, конъюгация – взаимодействие с глюкуроновой, серной кислотой, аминокислотами, что увеличивает полярность и снижает липофильность). Если химические вещества выделяются с продуктами жизнедеятельности, они могут уже быть не опасны для других гидробионтов.

### **Физико-химические превращения и биогеохимические циклы атмосферных загрязнений (самоочищение воздуха)**

Химические превращения в атмосфере инициируются главным образом продуктами фотолиза таких молекул, как  $O_3$ ,  $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2O$ ,  $NO_2$ .

В результате физико-химических и биогеохимических превращений образуются аэрозоли различного химического состава и размера от 0,1 до 1 мкг – сульфаты, гидрокарбонаты, хлориды, нитраты, от 1 до 100 мкм – сульфаты пылевого происхождения, конгломерации бактериальных клеток с солями тяжелых металлов. Основным способом извлечения из воздушной среды крупных и средних частиц пылевого и бактериального происхождения является седиментация.

Перемешивание и разбавление атмосферных загрязнений осуществляется за счет неравномерного нагревания земной поверхности, создающего общую систему циркуляции атмосферы.

Следующим процессом самоочищения атмосферы является процесс вымывания загрязнений облачными и падающими осадками.

Роль микроорганизмов атмосферы в обезвреживании антропогенных выбросов состоит в процессах аэробного окисления восстановленных соединений серы до сульфатов. Некоторые бактерии обладают способностью и к окислению закисного железа.

Как видно, перечень механизмов самоочищения, обусловленных особенностями воздушной среды не так разнообразны. Но благодаря тесной связи атмосферы с гидросферой и литосферой основные процессы обезвреживания антропогенных выбросов заканчиваются именно в этих средах.

В настоящее время в атмосфере происходит постепенная смена естественных биогеохимических циклов миграции и превращения химических элементов на искусственные фотохимические и электрофизические процессы трансформации.

Загрязнение атмосферы приводит к:

- изменению энергетического баланса Земли,
- снижению проницаемости – похолодание,
- увеличение поглощения ледниками солнечной энергии – таяние,
- изменение толщины озонового слоя – усилению солнечной энергии на Земле и активизация процессов фотоллиза.

Итак, давайте подведем итог.

Рост «зашлакованности» природы требует настоящего изменения способа жизнедеятельности всего человечества. В настоящее время население нашей страны не находится на грани катастрофы, оно живет в ней. Появление мутагенных эффектов ставит под вопрос возможность сохранения генофонда и выживания человека.

Для выхода из системного кризиса необходимо, во-первых, формирование мировоззрения, которое должно быть основано на целостном видении жизнедеятельности «земля-человечество».

Во-вторых, решение проблем здоровья здоровых, а не только лечение накопленных болезней, что может явиться механизмом разрыва порочного круга: загрязнение биосферы→мутагенное воздействие→генетически закрепленные болезни как состояния, адекватные внешним факторам→техническое совершенствование→новый виток.

В третьих – это повышение темпов экономического развития с учетом благосостояния народа. В России в 1999 г. нищие и малообеспеченные составили 80% населения, т.е. их доходы не превышают 1,5 тысячи рублей на человека. Считается, что если на питание уходит более 1/3 зарплаты, значит вы бедный. Сложившаяся ситуация приводит к ухудшению качества питания, что в свою очередь создает условия недостаточности не только витаминов и минеральных веществ, но и основных нутриентов.

В четвертых, как известно, гомеостаз человека осуществляется посредством обмена веществ (ассимиляция, диссимиляция, энтропия), обмена энергией и информацией. Для оптимальной жизнедеятельности человека необхо-

дима чистая среда обитания. В настоящее время здоров только каждый 6 новорожденный, почти каждый выпускник средней школы имеет хроническое заболевание. Поэтому особенно важно создание условий для здорового образа жизни и улучшения состояния здоровья населения.

В пятых, речь пойдет об охране окружающей среды и ее реабилитации. Человечество создает новые источники опасности, в частности, стараясь избавиться от мусора (бича последних лет) путем сжигания при низких температурах, мы создаем новый мощный источник накопления диоксинов в атмосфере. В 1999 г. пятая часть россиян проживает в условиях высокого уровня загрязнения воздуха. Более 30% проб воды из водоемов России, используемых для питьевых целей, не отвечают требованиям стандартов.

В шестых – усиление деятельности человека на восстановление нарушенных биоценозов (нооценозов) с целью повышения самовосстанавливающей функции биосферы.

## **15. ОСНОВЫ ВАЛЕОЛОГИИ. ВАЛЕОЛОГИЯ КАК НАУКА**

Первые понятия, с которыми начинается какая-нибудь наука, должны быть ясны и сведены к самому наименьшему числу. Только тогда они могут служить прочным и достаточным основанием для учения. Н.И. Лобачевский

Валеология — теория и практика формирования, сохранения и укрепления здоровья индивида с использованием медицинских и парамедицинских технологий. Валеология, как и любая другая наука, имеет свой предмет научного познания, объект приложения своих усилий, методологические основы, цели и задачи, методы их решения.

### **Предмет валеологии**

Предмет валеологии — индивидуальное здоровье человека, его механизмы. Проанализируем подробнее эту категорию. Здоровье, болезнь, "третье состояние".

Здоровье и болезнь — основные категории научного познания в медицине. Общеизвестно, что указанные категории носят характер медико-социальных, т.е. здоровье и болезнь — социально-детерминированные состояния личности. В то же время они имеют ярко выраженную медико-биологическую основу, ибо специфика человека состоит в том, что природа его биологична, а сущность социальна. Все свои потребности человек реализует через функционирование физиологических систем и ничто социальное не реализуется без биологического субстрата. Иными словами: биологический субстрат — реализатор социальной сущности человека.

Когда мы говорим о болезни, то четко себе представляем, что речь идет, прежде всего, о патологическом процессе, опосредованном через сознание индивида в его социальный статус. Больной человек теряет активную самостоятельность в реализации своей жизненной установки, теряет оптимальную связь со средой и окружающим его социумом. Именно по этой при-

чине — причине ухудшения социального статуса больного человека — проблема болезни всегда обладала определенным приоритетом в усилиях теоретической и практической медицины и далеко опередила учение о здоровье.

Однако исторический опыт показал, что разработка одного лишь учения о болезни не может решить задачу достижения высоких показателей здоровья населения.

Если категория "болезнь" носит вполне конкретный, осязаемый характер (особенности патологического процесса, стадия его развития, распространенность, проявления и т.п.), то этого никак нельзя сказать о "здоровье". Здоровье - абстрактно-логическая категория, которая может быть описана различными модельными характеристиками. Наиболее распространенная модель характеристики здоровья до сего времени в практической медицине основана на альтернативе "здоров—болен". Если при обследовании пациента врач не находит признаков патологического процесса (показатели функций в "норме"), он ставит диагноз "здоров".

Обоснованность такого заключения весьма сомнительна. И не только потому, что пациент может попасть к врачу тогда, когда патологический процесс еще никак не манифестируется (к примеру, начальные стадии атеросклеротического процесса или злокачественного новообразования). Речь идет также и о том, что при таком подходе невозможно дать ближайший и отдаленный прогноз состояния индивида, нет информации о "степенях свободы" его социальной активности. В самом деле, один и тот же человек, у которого показатели всех функций в пределах "нормы", может реализовать себя как бухгалтер, инженер-программист, врач и т.п., но он не пригоден к выполнению профессиональных обязанностей летчика, водолаза, горноспасателя и т.п. по причине низких для этих областей деятельности резервов здоровья. Таким образом, характеристика здоровья на принципах нормологии реализована быть не может. Дело заключается еще и в том, что "физиологическая норма" как "функциональный оптимум" (наиболее распространенное определение "нормы"), еще не есть объективное отражение процессов здоровья. В самом деле, состояние утомления характеризуется нарушением оптимизации, развитием дезэкономизации и дискоординации функций организма, выходом отдельных показателей далеко за пределы "физиологической нормы". Например, рН крови у высококвалифицированных спортсменов сразу после физической нагрузки анаэробного характера достигает 6,9—7,0 вследствие накопления недоокисленных продуктов обмена. Однако в этом случае нет никаких оснований говорить об "аномалии". Можно даже утверждать, что выход отдельных показателей функций организма под влиянием различных воздействий за пределы "нормы" является одним из условий существования самой нормы (тренировка механизмов гомеостаза). Принципы нормологии не могут быть использованы в качестве модели еще и потому, что сейчас мы уже можем говорить о различных уровнях здоровья здорового человека. Говорить же о том, что один индивид "нормальнее" другого, - абсурд.

Характеризуя категорию здоровья необходимо говорить не просто о

трудовой и социальной активности, но в большей степени, о деятельности человека в условиях меняющейся окружающей среды, которые становятся все более и более экстремальными и во всех случаях предъявляют повышенные требования к адаптационным возможностям организма. Поэтому никакое определение здоровья человека не будет исчерпывающим, если в нем не учитываются возможности организма приспосабливаться к меняющимся условиям природной и социальной среды обитания.

### **Адаптация как критерий здоровья**

Способность организма человека к адаптации является важнейшим показателем здоровья. Причем адаптация его к любым условиям внешней среды не должна происходить за счет необратимых и опасных изменений внутренней среды человеческого организма. Относительная стабильность внутренней среды и ее изменения лишь в определенных пределах не только создают оптимальные условия для функционирования тканей, органов и систем в условиях обычной жизнедеятельности, но и обеспечивают предпосылки для реализации адекватного поведения в экстремальных ситуациях. Потенциальная способность организма к адаптации реализуется и постоянно тренируется при взаимодействии с различными факторами внешней среды, поэтому здоровье человека целесообразно рассматривать в динамике, то есть как процесс, изменяющийся на протяжении его жизни.

Адаптивные возможности проявляются лишь в реальных условиях жизни. Именно в конкретных естественных или искусственных условиях среды обитания можно глубоко исследовать резервные приспособительные возможности организма, когда для выживания и сохранения жизнедеятельности потребуются максимальная мобилизация и напряжение его потенциальных адаптивных возможностей. Следовательно, свойство адаптации живой системы есть, по существу, мера индивидуального здоровья.

При этом надо иметь в виду, что физиологические свойства человека, сформировавшиеся в течение многовековой истории, не могут изменяться такими же темпами, какими происходит научно-техническая революция производства. В результате может возникнуть конфликт между биологической природой человека и окружающей его экологической средой. Вот почему разработка теоретических основ и изучение физиологических механизмов адаптации человека к комплексному воздействию различных экологических факторов среды приобретает в наши дни исключительное значение.

Физиологическая адаптация – это устойчивый уровень активности и взаимосвязи функциональных систем, органов и тканей, а также механизмов управления, обеспечивающий нормальную жизнедеятельность организма и трудовую активность человека в новых (в том числе и социальных) условиях существования, и способность к воспроизведению здорового потомства. Каждая новая среда обитания, каждый воздействующий фактор имеет специфические особенности, связанные не только со своей физической приро-

дой, но и с физиологическим воздействием на определенные системы организма.

Процесс адаптации, как и явление в жизни в целом - это, прежде всего результат воздействия множества дискретных систем с различными уровнями сложности и иерархической взаимозависимости и взаимоподчиненности. Нельзя сводить весь процесс адаптации только к одной, пусть даже самой важной структуре, как и к одной функциональной системе. Адаптация организма к новой среде обитания обеспечивается не отдельными органами, а скоординированными во времени и пространстве и соподчиненными между собой специализированными функциональными системами.

В результате накопления в процессе адаптации количественных изменений организм со временем приобретает новое качество, так как каждая конкретная среда обитания формирует наиболее оптимальную и адекватную для нее «полносвязанную систему, действующую как механизм с однозначным действием».

Различают как бы три эшелона физиологических резервов. Первый эшелон резервов в виде усиления деятельности органов включается сразу же при переходе от состояния относительного покоя к привычной повседневной деятельности. К этому эшелону относятся так называемые «резервы тела», мобилизация которых происходит, как правило, по типу «реакции тренировки». Сюда можно отнести физические тренировки, нормализацию питания, различные системы закаливания. Для реакции тренировки характерно преобладание процессов биосинтеза (анаболизма).

Второй эшелон физиологических резервов характеризуется дополнительным включением мощнейшего механизма, каким являются человеческие эмоции. Мобилизация резервов этого эшелона проводится по типу «реакции активизации», для которой характерно взаимное уравнивание распада веществ (катаболизма) и анаболизма, а также более быстрое и значительное, чем для реакции тренировки, увеличение неспецифической сопротивляемости организма. Использование второго эшелона резервов позволяет намного повысить эффективность физических тренировок, закаливания, перехода на непривычное для многих, но единственно правильное питание и т.д.

Третий эшелон физиологических резервов используется организмом только в экстремальных ситуациях, например, в борьбе за жизнь. Известно немало случаев, когда под страхом смертельной опасности люди буквально проявляли чудеса – нечеловеческую силу и выносливость. Правда, эти «чудеса» достигаются дорогой ценой, так как мобилизация резервов третьего эшелона происходит по типу реакции «острый стресс». Стрессовая реакция на повседневные жизненные трудности и неприятности, когда далеко не всегда есть возможность реализовать резервы третьего эшелона в конкретных физических действиях, снижает сопротивляемость организма, разрушает здоровье, сокращает длительность жизни.

Существуют два принципиально возможных пути устранения неблагоприятного влияния на организм человека хронического стресса. Первый – перевести реакцию организма на различные повседневные воздействия с

уровня «стресс» на уровень «тренировка». Задача эта в определенной мере может быть выполнена не только с помощью физических воздействий, но и с помощью аутогенной тренировки. Второй путь, который считается более эффективным, - перевести реакцию организма с уровня «стресс» на уровень «реакция активации», широко используя для этого резервы человеческих эмоций.

Правомернее говорить о здоровье как динамическом состоянии, позволяющем осуществить наибольшее количество видоспецифических функций при наиболее экономном расходовании биологического субстрата. При этом адаптационные возможности человека являются мерой его способности сохранить оптимум жизнедеятельности даже в неадекватных условиях среды. Таким образом, не в соотношении патологии и нормы следует искать оценочные критерии здоровья, а в способности индивида осуществлять свои биологические и социальные функции.

Н.М. Амосов конкретизировал эти представления, введя понятие "количество здоровья". По мнению Н.М. Амосова, здоровье — максимальная производительность органов и систем при сохранении качественных пределов их функций. Основываясь на этом определении, можно говорить о количественных критериях здоровья.

При рассмотрении категорий "здоровье" и "болезнь" следует учитывать положение, высказанное одним из основателей отечественной патофизиологии В.В.Подвысоцким. Он утверждал, что абсолютная болезнь и абсолютное здоровье невысказаны, между ними существует бесконечное множество форм связей и взаимных переходов (здесь имеется в виду биологический субстрат этих состояний). Эту же мысль подтвердил А.А.Богомолец, еще в 30-е годы сформулировавший положение о единстве нормы и патологии, в котором "первая включает в себя вторую как свое противоречие". Используя грубую аналогию, можно представить себе соотношение процессов здоровья и болезни (повторимся, что речь идет об их биологической основе) как систему сообщающихся сосудов: чем выше уровень здоровья, тем меньше возможность развития и манифестации патологического процесса, и наоборот: развитие и проявление патологического процесса возможны лишь тогда, когда сказывается недостаточность резервов здоровья вследствие их ослабления или мощности действующего фактора (факторов). При высоких резервах механизмов здоровья и при наличии иногда даже очень выраженных изменений в органах и системах (к примеру, хорошо известны имена выдающихся спортсменов с пороком сердца) сохраняется состояние, которое мы называем здоровьем, т.е. у индивида отсутствуют ограничения в реализации им биологических и социальных функций. При снижении резервов здоровья даже в обычных условиях жизнедеятельности может формироваться патологический процесс с ограничением социальных "степеней свободы".

Между состояниями здоровья и болезни выделяют переходное, так называемое третье состояние, которое характеризуется "неполным" здоровьем. Из субъективных проявлений этого состояния можно отметить периодически повторяющиеся недомогания, повышенную утомляемость, неко-

торое снижение качественных и количественных показателей работоспособности, одышку при умеренной физической нагрузке, неприятные ощущения в области сердца, склонность к запорам, боль в спине, повышенную нервно-эмоциональную возбудимость и т.п. Объективно могут быть зарегистрированы тенденция к тахикардии, неустойчивый уровень АД, склонность к гипогликемии или извращению кривой сахарной нагрузки, похолодание конечностей и т.п. Таким образом, речь идет об отклонениях в состоянии здоровья, которые еще не укладываются в конкретную нозологическую модель.

Рассматривая более детально "третье состояние", следует указать, что оно неоднородно и включает, в свою очередь, два состояния: первое — предболезнь — и второе, характер которого определяется неманифестированным патологическим процессом. Основной признак предболезни — возможность развития патологического процесса без изменения силы действующего фактора вследствие снижения резервов здоровья. Границей перехода от состояния здоровья к состоянию предболезни является тот уровень здоровья, который не может компенсировать происходящие в организме под влиянием негативных факторов изменения и вследствие чего формируется тенденция к саморазвитию процесса. Совершенно очевидно, что у лиц, находящихся в различных условиях существования, этот ("безопасный") уровень здоровья может существенно отличаться: для летчика и шахтера необходимы большие резервы здоровья, чем бухгалтеру, чтобы сохранить необходимый оптимум "степеней свободы". В качестве начала болезни принято считать появление признаков манифестации патологического процесса, т.е. момент наступления снижения или утраты способности к выполнению функций. Таким образом, границы "третьего состояния" очерчены довольно четко. Что же касается возможности определить границу между предболезнью и началом неманифестированного патологического процесса, то на сегодняшний день эта проблема неразрешима. Именно здесь могла бы сыграть ведущую роль нормология (учение о норме), однако показатели "нормы" настолько индивидуальны, что вынести суждение о "нормальности" функций у конкретного индивида невозможно. Например, различия в биохимических показателях (содержание в плазме крови железа, меди, цинка, креатинина и пр.) достигают десятков, а иногда и сотен раз (Р. Уильяме). У 5% здоровых людей регистрируется уровень АД ниже 100/60 мм рт.ст., однако нет отклонений ни в самочувствии, ни в работоспособности (так называемая физиологическая гипотония, Н.С.Молчанов). Именно поэтому в практической деятельности врача-валеолога следует использовать категорию "третьего состояния". И только в том случае, если есть возможность подтвердить или отвергнуть наличие неманифестированного патологического процесса, можно говорить о предболезни или следующей за ней стадии развития процесса.

### **Объект валеологии**

Исторически сложилось так, что объектом приложения усилий медицины всегда был больной человек и среда, в которой проходит жизнедеятельность.

тельность индивида. Здоровый человек не попадал в поле зрения врача. Это привело к тому, что весь процесс снижения уровня здоровья, формирование предболезни и начальных (неманифестированных) форм заболевания проходил без контроля врача, а главное — без активных мероприятий, способных предотвратить негативное развитие событий. Именно поэтому главным объектом валеологии является здоровый человек и человек, находящийся в «третьем состоянии». Возможность с использованием валеологических технологий выявить лиц с низким уровнем здоровья и, используя методы оздоровления, вывести их за пределы "третьего состояния", можно характеризовать как идеальный вариант первичной профилактики.

Валеологические технологии могут быть использованы и в отношении больного. Использование средств оздоровления, приводящих к совершенствованию процессов сапогенеза, расширению резервов физиологических функций, восстановлению способности к саморегуляции и самовоспроизведению, могут компенсировать последствия "полома", расстройства пораженных функций и даже разорвать порочный круг, по которому идет прогрессирование патологического процесса. В этом проявляется роль валеологии в проведении вторичной профилактики заболеваний.

### **Методологические основы валеологии**

Сегодня медицина располагает огромным банком данных. Даже при общем знакомстве с предметом своей деятельности врачу грозит перспектива потеряться в массе информации, в лавине описаний блистательных и виртуозных исследований, порой в очень узких и специфических направлениях этой науки и ощутить их отчужденность от познания целостного человека. Фрагментарность накопленной информации — как следствие увлечения аналитическими исследованиями — является тем принципиальным недостатком, который можно преодолеть, используя методологию валеологии для построения из океана разрозненных фактов нового знания о медико-социальной природе человека.

Говоря о человеке как о высшей форме реализации феномена жизни, следует помнить о его способности познавать и преломлять через себя картину окружающего его мира, ощущать свое место среди себе подобных и самовыражаться через социальную активность. Эти способности характеризуют психические (эмоционально-интеллектуальные) и духовные аспекты здоровья человека как высшие проявления его целостности.

Исходя из вышеизложенного, методологические основы валеологии могут быть сформулированы в следующих принципах.

1. Валеология рассматривает здоровье человека как самостоятельную социально-медицинскую категорию, сущность которой может быть количественно и качественно охарактеризована прямыми показателями и которой можно управлять (формировать, сохранять, укреплять).

2. Между здоровьем и болезнью существуют переходные состояния. При этом здоровье рассматривается как более общая категория по сравнению

с предболезнью и болезнью. Предболезнь ("третье состояние") и болезнь — частный случай здоровья, когда уровень его снижен или имеются его дефекты.

3. Подход к человеку и его здоровью, используемый в валеологии, — интегративный (системный), холистический (от *holos* — целостный). Методы воздействия — преимущественно немедикаментозные, естественные.

4. Разработка теоретических принципов санологии отвечает задаче формирования общей теории медицины, соединяющей философское осмысление сущности здоровья, болезни и переходных состояний.

### Основные задачи валеологии

1. Разработка и реализация представлений о сущности здоровья, построение диагностических моделей и методов его оценки, а также прогнозирования.

2. Количественная оценка уровня здоровья практически здорового человека, его прогнозирование, характеристики образа и качества его жизни; разработка на этой основе систем скрининга и мониторинга за состоянием здоровья индивида, формирование индивидуальных оздоровительных программ.

3. Формирование "психологии" здоровья, мотивации к коррекции образа жизни индивидом в целях укрепления здоровья.

4. Реализация индивидуальных оздоровительных программ, первичная и вторичная профилактика заболеваний, оценка эффективности оздоровительных мероприятий.

С учетом изложенных теоретических предпосылок вся структура медицины как научно-практической основы здравоохранения может быть представлена следующим образом (табл. 8).

Таблица 8.

### Структура медицины

Учение о болезни (патология)	Учение о здоровье (валеология)	Учение о здоровой среде обитания (гигиена)
Основы общей и частной патологии	Основы валеологии	Нормирование факторов среды
Семиотика и диагностика заболеваний	Диагностика и прогнозирование здоровья	Санитарно-гигиенический и эпидемиологический мониторинг
Клиническая медицина	Формирование, сохранение и укрепление здоровья	Мониторинг социальных факторов здоровья

В таком виде структура медицины приобретает законченный вид.

С появлением валеологии более четко представляются и основные

направления деятельности здравоохранения, конечной целью которого является здоровье человека. Если живой организм представить в виде шарика, находящегося на наклонной плоскости, то скатывание шарика на горизонталь означает смерть, а три силы могут воспрепятствовать этому. Первая тянет шарик кверху, сохраняя и повышая жизнеспособность биосистемы; вторая уменьшает угол наклона плоскости, обеспечивая уменьшение инерции скатывания; и третья, вступающая в действие при начинающемся движении шарика вниз, символизирующем заболевание. Эти три силы знаменуют собой валеологию, гигиену и клиническую медицину.

Обобщенные данные о различиях между валеологией и гигиеной как самостоятельных разделах медицины представлены в табл. 9.

Таблица 9.

Различие гигиены и валеологии как самостоятельных разделов медицины

Критерии науки	Гигиена	Валеология
Предмет исследования	Закономерности влияния факторов среды (природных и социальных) на здоровье людей	Индивидуальное здоровье, его механизмы (саногенез)
Объект исследования	Окружающая среда — человек (население)	Здоровый человек; человек, находящийся и «третьем состоянии»
Цель	Охрана здоровья здоровых людей посредством приспособления окружающей среды к возможностям человека	Сохранение и укрепление здоровья индивида посредством расширения возможностей приспосабливаться к изменяющимся факторам среды, совершенствования механизмов здоровья
Уровень воздействия	Популяционный, групповой («средний человек»)	Индивидуальный
Точка приложения усилий в Практической деятельности	Факторы окружающей среды и опосредованно — группы людей	Индивид, личность
Методологические основы	Здоровье населения определяется состоянием окружающей среды; нормирование факторов — путь решения проблемы профилактики	Здоровье индивида — самостоятельная социально-медицинская категория, заболевание может возникнуть и без изменения силы действующего фактора(ов) при снижении резервов здоровья. Основное направление профилактики — укрепление здоровья индивида
Основные методы	Гигиеническое обследование и наблюдение, инструментально-лабораторный, экспериментальный, статистический	Диагностика уровня здоровья, его прогнозирование, проведение оздоровительных (применительно к человеку) мероприятий

## Дефиниций и понятийный аппарат

Право каждой науки на самостоятельное существование опирается, кроме всего прочего, на возможность собственной интерпретации общеизвестных научных данных, наличие собственного понятийного аппарата (гlossария) и основных дефиниций (тезауруса).

Основной категорией валеологии является индивидуальное здоровье человека. Категория "здоровье" упирается в представление о гармоничности и мощности биоэнергоинформационной системы, каковой является человек. Именно гармоничность и мощность биосистемы позволяют говорить о жизнеспособности, благополучии индивида с точки зрения его физической, психической и социальной сущности. "Здоровым может считаться человек, — писал еще в 1941 г. американский теоретик медицины Г.Сигерист, — который отличается гармоничным физическим и умственным развитием и хорошо адаптирован к окружающей его физической и социальной среде. Он полностью реализует свои физические и умственные способности, может приспособливаться к изменениям в окружающей среде, если они не выходят за пределы нормы, и вносит свой вклад в благополучие общества, соразмерный с его способностями. Здоровье поэтому не означает просто отсутствие болезней: это нечто положительное, это жизнерадостное и охотное выполнение обязанностей, которые жизнь возлагает на человека".

Определение здоровья, сформулированное в преамбуле Устава ВОЗ в 1948 г., основано на тех положениях, которые выдвинул Г.Сигерист: "Здоровье — это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических дефектов". Существует еще более десятка дефиниций здоровья, однако они, так же как и вышеприведенные, не могут удовлетворить потребности практического здравоохранения. Во-первых, они либо носят общий методологический характер (определение Г.Сигериста и ВОЗ), либо ограничиваются частностями. И главное: то, что не поддается измерению, не может быть объектом научного анализа, а все, что не может быть выражено в общеупотребительных терминах, по словам Г.Лейбница, не существует.

Теоретические подходы современной медицины носят преимущественно описательный характер, что вынуждает ортодоксальную медицину обращаться в основном к среднестатистическим данным, совершенно ненужным для выбора индивидуально оптимальной коррекции состояния организма конкретного пациента. Они фиксируют отдельные параметры жизнедеятельности клеточного, тканевого или органного уровня макроорганизма и поэтому не позволяют исследовать более высокий — организменный уровень жизнедеятельности биосистемы. Следовательно, и методы, создающие экспериментальный и клинический базис современной медицинской науки, не адекватны ее цели — коррекции состояния конкретного целостного организма. Поэтому логично предположить, что до тех пор пока не будет создан

адекватный способ оценки общего состояния целостного организма, не будет механизма для выработки стратегии и тактики этой коррекции, все усилия медицины не будут приносить желаемых результатов.

Повторим, что здоровье является абстрактно-логической категорией, а теоретический анализ ее сущности возможен только с помощью моделей. В этой связи валеологию можно рассматривать и как науку о выборе таких показателей, которые пригодны для построения моделей здоровья. В этом плане перспективен функциональный, деятельностный подход, в соответствии с которым здоровье человека следует оценивать через его способность осуществлять естественные жизненные функции. Совершенство этих функций у человека может быть охарактеризовано — в том числе и количественно — резервами энергетического, пластического и регуляторного обеспечения. С этих позиций дефиниция здоровья человека выглядит следующим образом: здоровье — это целостное динамическое состояние организма, которое определяется резервами энергетического, пластического и регуляторного обеспечения функций, характеризуется устойчивостью к воздействию патогенных факторов и способностью компенсировать патологический процесс, а также является основой осуществления биологических и социальных функций.

Трем уровням личности (соматическому, душевному и духовному) соответствуют и три аспекта здоровья: соматический, психический и духовный. Было бы неправомерным упускать из виду высшие, специфически человеческие аспекты здоровья, особенно если учесть, что возможна взаимная компенсация одних элементов здоровья другими. Однако отклонения как в душевном, так и в духовном аспектах здоровья непременно скажутся на образе жизни индивида и тем самым на состоянии резервов энергетического, пластического и регуляторного обеспечения функций, т.е. на состоянии сомы. Поэтому вышеприведенная дефиниция является универсальной для здоровья вообще (для современного уровня развития науки).

В то же время при исследовании качества жизни у лиц с низким уровнем здоровья может быть выделен ведущий негативный аспект — соматический, душевный или духовный, что учитывается при планировании оздоровительных мероприятий.

"Третье состояние" - переходное между здоровьем и болезнью состояние, ограничиваемое, с одной стороны, степенью (уровнем) снижения резервов здоровья и возможностью развития вследствие этого патологического процесса при неизменных условиях жизнедеятельности, с другой — начальными признаками нарушения функций — манифестацией патологического процесса. Указанные границы могут быть количественно охарактеризованы соответствующим уровнем здоровья. Для оценки индивидуального здоровья используется ряд показателей: ресурсы здоровья, потенциал здоровья и баланс здоровья.

Ресурсы здоровья - это морально-функциональные и психологические возможности организма изменять баланс здоровья в положительную сторону. Повышение ресурсов здоровья обеспечивается всеми мерами здорового обра-

за жизни (питание, физическая нагрузка и т.д.).

Потенциал здоровья - это совокупность способностей индивидуума адекватно реагировать на воздействия внешних факторов. Адекватность реакций определяется состоянием компенсаторно-приспособительных систем (нервной, эндокринной) и механизмов психической саморегуляции (психологическая защита, автотермы и т.д.).

Баланс здоровья - выраженное состояние равновесия между потенциалом здоровья и действующими на него факторами (Лисицын Ю.П., 1982).

Как справедливо заметил Ю.П. Лисицын, что до сих пор ничтожно мало таких индексов, показателей, которые бы объективно отражали меру и состав, качество и количество собственно здоровья как личного, так и общественного.

Резервы здоровья индивида во многом зависят от его физического состояния и образа жизни.

Физическое состояние — способность человека производить физическую работу.

Образ жизни — социальная категория, включающая качество, уклад и стиль жизни. Образ жизни может быть также охарактеризован степенью соответствия форм жизнедеятельности человека биологическим законам, способствующей (или неспособствующей) сохранению и возрастанию его адаптационных возможностей, а также выполнению им своих биологических и социальных функций. По определению ВОЗ, образ жизни — это способ существования, основанный на взаимодействии между условиями жизни и конкретными моделями поведения индивида. Таким образом, "здоровая" модель поведения для данных конкретных условий уменьшает риск возникновения заболевания. Очевидно также, что разные условия жизни предполагают различные модели "здорового" поведения. Образ жизни формируется обществом или группой, в которых живет индивид. Поэтому формирование здорового образа жизни не есть задача медицины. В то же время принципы здорового образа жизни — прерогатива медицины и других наук о человеке.

Качество жизни — одна из характеристик образа жизни, которая определяет степень социальной и духовной свободы индивида в самом широком смысле. Для характеристики качества жизни используют индикаторы жизни, описывающие распространение желательных и нежелательных условий, сопровождающих жизнедеятельность индивида (образование, средний доход, обеспеченность жильем, наличие бытовой техники и автотранспорта и т.д.).

Как уже указывалось, практика валеологии предусматривает формирование, сохранение и укрепление здоровья индивида.

Формирование здоровья — комплекс мероприятий по оптимизации воспроизводства, роста и развития подрастающего поколения.

Сохранение здоровья — комплекс мероприятий по поддержанию, укреплению и восстановлению здоровья индивида.

Саногенез — физиологические механизмы, обеспечивающие формирование и сохранение здоровья индивида. Эти механизмы (гомеостатические, адаптационные, регенераторные и т.п.) реализуются как в здоровом, так и

больном организме.

Санитарное просвещение (определение ВОЗ) — сознательно формируемые возможности для приобретения знаний, которые должны способствовать изменению поведения в соответствии со сформированной конечной целью.

Медико-санитарные убеждения — информационная модель, в основе которой лежат убеждения индивида по поводу фактов и событий, формирующих индивидуальное здоровье. Медико-санитарные убеждения формируются на фоне определенной психологии здоровья индивида.

От индивидуального здоровья следует отличать популяционное, или общественное, здоровье. В странах бывшего СССР, а сейчас и Украине общественное здоровье характеризуется системой статистических показателей, определяющих особенности воспроизводства населения (медико-демографические характеристики), запас физических сил или дееспособность (показатели физического развития), особенности адаптации к условиям окружающей среды (показатели приспособляемости). В соответствии с представлениями экспертов, которые реализованы в большинстве стран мира, популяционное (общественное) здоровье должно характеризоваться следующими группами показателей.

I. Показатели, относящиеся к политике в области здравоохранения:

- выделение ресурсов для первичной медико-санитарной помощи на 1 жителя;
- степень равномерности распределения доходов в обществе;
- уровень участия населения в достижении здоровья,
- наличие соответствующих органов и управление структур здравоохранения.

II. Социально-экономические показатели:

- уровень прироста населения;
- валовый национальный прирост;
- уровень безработицы;
- адекватность жилищных условий (количество на комнату);
- выработка энергии на душу населения.

III. Предоставление медицинского обслуживания

- наличие медицинского обслуживания;
- физическая его доступность;
- экономическая его доступность;
- культурная доступность (уровень понимания необходимости и кратности профилактических осмотров)

IV. Показатели охвата населения первичной медико-санитарной помощью:

- санитарное просвещение (индивидуальное и популяционное);
- обеспечение доброкачественным питанием;
- обеспечение доброкачественным водоснабжением;
- охрана здоровья материнства и детства;
- планирование семьи;

- иммунизация против основных инфекционных заболеваний;
- обеспечение основными лекарственными средствами;
- возможности лечения основных заболеваний и травм;

#### V. Показатели здоровья популяции:

- доля (%) новорожденных с массой тела менее 2500 г
- доля (%) детей и подростков с массой тела, соответствующей возрастным нормативам;
- показатели психофизического развития детей и подростков;
- уровень детской смертности (по возрастным периодам);
- продолжительность предстоящей жизни;
- смертность от отдельных заболеваний;
- материнская смертность;
- общая заболеваемость и инвалидизация;
- показатели социальной и интеллектуальной патологии (самоубийства, наркомания, алкоголизм, курение, детская преступность, потребление транквилизаторов и др.).

Критерии индивидуального здоровья на основе его сущности разрабатываются валеологией.

## **16. ЧЕЛОВЕК И ЕГО ЗДОРОВЬЕ С ПОЗИЦИЙ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА**

### **Человек как система**

Объектом изучения в санологии является человек здоровый и находящийся в "третьем состоянии", предметом изучения — его здоровье. Чтобы исследовать здоровье, необходимо понять феномен человека, принципы его организации. Но этого понимания до последнего времени не могла дать медицинская наука, ориентированная на исследование преимущественно физического тела. В древности существовали глубокие представления о человеке как целостном, его структуре, связях с миром. В настоящее время наука переводит эти представления на свой язык, положив в основу достижения прежде всего квантовой физики, нейрофизиологии и психологии. Исследования последних двух десятилетий (К.Прибрам, Д.Бом, И.Пригожий, Р.Шелдрейк, В.Вульф и др.) позволили приблизиться к пониманию человека как микрокосма. В арсенал науки вошли голограммный принцип строения Вселенной, голограммная модель сознания человека, представления о человеке как носителе всей информации во Вселенной. Находясь в информационно-энергетических потоках, человек имеет собственное силовое поле, ответственное за самоорганизацию системы. Мысли человека рассматриваются как живые голограммы, обладающие формообразовательной функцией, а развитие его сознания подчинено общему закону, "скрытому порядку", заложенному во Вселенной. Найден внутриклеточный субстрат, принимающий, фиксирующий и воспроизводящий информацию. Это элементы цитоскелета

— микроканалы. Поскольку микроканалы имеются во всех клетках организма, это расширяет представление о путях передачи информации и характере информационных воздействий на человека.

К пониманию целостности человека можно приблизиться с помощью системного подхода. Система представляет собой совокупность элементов и связей между ними, функционирующих как единое целое и имеющих единую цель функционирования. Человек — это система с пирамидальным принципом построения (так называемая пирамида Maslow). Вслед за древними греками в ней мы выделим три уровня — низший, телесный (греч. soma — тело), средний, психический (греч. psuche — душа), и вершину — духовный элемент (греч. nous — дух). О последнем стало возможным говорить в науке только после достижений глубинной и трансперсональной психологии, позволивших проникнуть в высшую иррациональную творческую сферу, которую принято называть сверхсознанием. Именно эту сферу осваивают адепты духовных традиций. Пирамида имеет свои законы организации. Организация эта иерархична и определяющим, задающим режим деятельности всей системы элементом является вершина. Взаимоотношения между элементами внутри пирамиды подчинены законам гармонии (правило золотого сечения). Эти особенности системы обеспечивают ее динамическую устойчивость и возможность развития.

Человек является частью Мира, он включен в него как одна из подсистем. В свою очередь внутри себя, в своей биологической структуре человек имеет так называемые мини-системы подобия, в которых отражен весь организм. Это радужная оболочка глаза, ушная раковина, язык, слизистая оболочка носа, кожа, особенно волосистой части головы, ладоней, ступней. По изменениям в этих структурах можно проводить диагностику состояния здоровья, а воздействуя на них — корректировать отклонения. Элементарной мини-системой подобия организма является каждая его клетка.

Каждый из трех уровней системы "Человек" рассматривается как подсистема, организованная по тому же принципу, что и целая система. В этих подсистемах первого порядка в свою очередь выделяются подсистемы второго порядка и т.д. Подсистемы всех порядков функционируют в относительно автономных режимах, но при соблюдении принципов взаимосвязи и подчинения низшего уровня высшему. Принцип взаимосвязи проявляется как во взаимных влияниях различных подсистем, так и в наличии у них общих блоков, т.е. во взаимоперекрещивании. Поэтому одна подсистема неизбежно вовлекает в работу другую и человек реагирует на воздействия как единое целое. Исследование человека как единого целого составляет принцип холизма (лат. holos — целостный).

Как известно, системообразующим фактором является конечный результат, цель функционирования системы. Структура системы определяется целью, и изменение цели требует изменения структуры. Нарушения в структуре, естественно, снижают вероятность достижения цели. Выделяют четыре базовые цели жизни человека. На соматическом уровне их две: выживание, т.е. формирование и сохранение своей индивидуальной биологической

структуры, и репродукция, обеспечивающая интересы вида, сохранение популяции. На психическом уровне человек стремится реализовать себя как личность, т.е. прожить полноценную жизнь в обществе. В высшей сфере, сфере сверхсознания, человек совершает внутренний путь психической трансформации, развивая альтруизм, пытаясь понять себя и Мир, себя в Мире, пройти жизнь в согласии со своими индивидуальными наклонностями, т.е. состояться как творец, духовная индивидуальность. Естественно, предпочтение может отдаваться разным целям — в зависимости от уровня развития индивида и обстоятельств его жизни.

Согласно структуре целей жизни человека определяются отдельные аспекты валеологии как науки: 1) индивидуальное физическое здоровье (диагностика, прогнозирование, формирование, сохранение и укрепление) и адаптация, проецирующиеся на стратегию выживания; 2) репродуктивное здоровье во всем многообразии этой проблемы; 3) психическое здоровье и управление им; 4) роль высших аспектов сознания в сохранении здоровья.

Рассмотрим принципы функционирования системы "Человек". Любая живая система строится на основе вещества, энергии и информации. Информация организует в пространстве и времени вещество и энергию, определяет их форму. В медицине к настоящему времени накоплены знания о биологической структуре человека и в меньшей степени — психической. Высшая сфера — сфера сверхсознания — еще только начинает исследоваться. Информационная матрица биологической структуры — это генетический код, информационными структурами адаптивного назначения являются регуляторные системы — нейрогормонально (гуморально)-иммунный комплекс, направляющий функционирование организма как целого для обеспечения выживания и репродукции.

Информационной матрицей психики, психическим кодом, в настоящее время считается архетипальная структура человека. Человек приходит в этот мир с определенным набором архетипов (по К.Г.Юнгу), выражающихся в поведенческих тенденциях, в той или иной степени проявляющихся в процессе жизни. Направляющими эти проявления являются самосознание и осознание своей жизни, что отличает человека от животного. При этом человек имеет свободу воли, свободу выбора. Через осознание человек может ориентировать свою психику на сохранение индивидуального физического и репродуктивного здоровья, обеспечивать социальную адаптацию и свое психическое развитие.

С помощью системного подхода наиболее глубоко проанализирован биологический уровень человека. Как целое биосистема обладает такими интегральными качествами, которыми не обладают ее отдельные элементы. Эти элементы (живые системы меньшего масштаба — системы, органы, ткани, клетки) вне связи не могут поддерживать индивидуальное существование. В пределах организма ради координации целой системы степени свободы отдельных элементов ограничены за счет их взаимодействия, взаимообусловленности в целом ансамбле. Это взаимодействие предполагает, с одной стороны, принцип экономии структур, а с другой — многократную подстрахов-

ку функций, т.е. в каждом элементе есть множество субэлементов, которые могут использоваться другими элементами. Интегрирующим элементом, вершиной пирамидальной системы биологического уровня является нейрогормонально (гуморально)-иммунный ансамбль. Как биосистема организм имеет следующие особенности: 1. Способность к сохранению индивидуального существования за счет самоорганизации. К проявлениям самоорганизации прежде всего относятся способность к самообновлению. Это качество связано с постоянным взаимным обменом организма с окружающей средой веществом, энергией и информацией. Организм — это система открытого типа. В процессе самообновления биосистема поддерживает свою упорядоченность, препятствует разрушению и тем самым вступает в противоречие со вторым законом термодинамики. Поддержание степени упорядоченности выражается в гомеостазе. Непрерывность обмена со средой обеспечивает динамическую устойчивость системы, т.е. сохранение ее в движении. Нарушение этого движения вызывает заболевания.

Вторым проявлением самоорганизации является способность системы к саморегулированию. Она основана на взаимонаправленности информационных потоков между элементами. Особая роль при этом принадлежит обратным связям, информирующим регуляторные структуры о результате полезного действия элементов-исполнителей. Обратные связи могут быть отрицательными (тормозящими, стабилизирующими) и положительными (стимулирующими), обеспечивающими развитие системы либо (в условиях патологии) ее разрушение. Как правило, слабые сигналы являются активизирующими, а те же сигналы, но большей силы, оказывают тормозящее действие. Отсюда представление о дозозависимости регуляторных эффектов. Организация регуляции по принципу контура (т.е. наличие как прямых, так и обратных связей) и принцип дозозависимости регуляторных эффектов лежат в основе саморегуляции и саморазвития человеческого организма.

Третьим проявлением самоорганизации биосистемы является способность к самовосстановлению. Это качество обусловлено прежде всего регенерацией, а также наличием множественных параллельных регуляторных влияний в организме на всех уровнях его организации. Компенсация недостаточных функций за счет этих параллелей позволяет выжить организму в условиях повреждения, степень компенсации при этом отражает уровень жизнеспособности.

2. Способность к саморазвитию. Известно, что онтогенез является генетически запрограммированным. Одна гистогенетическая программа закономерно сменяет другую, будучи подготовлена ею. Обеспечивается это в биосистеме главным образом положительными обратными связями. При рассмотрении надсистемных аспектов этого феномена, согласно В.И. Вернадскому, следует учитывать асимметрию пространства живой системы (правизна — левизна). Поскольку пространство и время связаны, то и время жизни является асимметричным и течет только в одном направлении. Это универсальное свойство биожизни проявляется закономерно в старении и смерти.

3. Самовоспроизведение. В.И. Вернадский выделял два главных свойства живого — асимметрию пространства и времени и колоссальную энергию размножения. А.Ленинджер (1976) считает способность к самовоспроизведению "квинтэссенцией состояния, которое мы называем жизнью". Реализация этого свойства, обслуживающего интересы вида, основывается на передаче потока генетической информации следующим поколениям организмов.

Способность одновременно реализовывать все вышеприведенные качества определяет феномен биологической жизни. Некоторые из этих качеств, например открытость, способность к самообновлению, саморегулированию и саморазвитию, свойственны и психическому уровню. Однако эти вопросы пока еще недостаточно изучены.

Биологический аспект существования связывает человека с животным миром. Но свою эволюцию человек совершает прежде всего в психической сфере, расширяя сознание, осваивая его новые уровни. Вся психическая сфера человека делится на осознаваемую часть (сознание) и неосознаваемую (подсознание и сверхсознание). Неосознаваемая часть составляет около 90% всего психического материала. Эволюция сознания предполагает увеличение доли осознаваемого материала и освоение высших уровней сознания.

Современные научные представления о человеке включают наличие у него, наряду с физическим телом, еще так называемого биополя. Человек находится в потоке информации и энергии, поглощает их, трансформирует и излучает. Носителем этого излучения является биополе. Человек при этом функционирует как своеобразный колебательный контур. Наиболее активными генераторами энергии в нем являются мозг и сердце. Форма сердца — кардиоид — является также идеальной для приема энергии. Научное изучение биополя началось с открытия эффекта Кирлиан.

Биополе имеет волновую природу, но характер его еще до конца не изучен. Биополе нельзя свести только к известным физическим полям (магнитное, электромагнитное, тепловое), оно включает еще так называемые спин-торсионные поля (спин-угловой момент вращения микрочастиц типа лептонов), и, возможно, другие, еще не известные науке.

Изменения в биополе связаны с изменениями в физическом теле и наоборот; воздействие на каждое из них вторично отражается на состоянии другого. Поскольку биополе несет информацию о состоянии структур тела, его коррекция является обязательной в практике оздоровления.

Видимая часть поля называется аурой. Наиболее интенсивна она вокруг головы. Аура воспринимается (при определенном навыке) обычным зрением. По вибрационным характеристикам ауры, отражающимся в ее цвете, можно проводить диагностику психоэмоционального состояния человека (так называемая аурадиагностика).

Человек не только трансформирует протекающие через него информационно-энергетические потоки, но и сам при этом меняется. На основании этого создано представление об общем поле, объясняющее существование так называемого коллективного разума.

О существовании биополя известно с глубокой древности, и воздействие на него широко использовалось в медицине. На своем известном рисунке человека, демонстрирующем правило золотого сечения, Леонардо да Винчи изобразил не только физическое тело, но также энергетическую и информационную структуру (биополе).

Человек как система постоянно обменивается с окружающей средой информацией, энергией и веществом. Можно выделить несколько форм этого обмена: питание, дыхание, движение, психо- и биоэнергоинформационный обмен. Оптимизация обмена способствует упорядоченности системы, и это является одним из основных подходов к оздоровлению.

Человек как система живет в пространстве и развивается во времени. Поэтому для сохранения здоровья существует ряд требований к экологии большого и малого жизненного пространства человека, которые должен знать каждый врач, занимающийся проблемами здоровья. Для сохранения здоровья необходимо также вписываться во временную организацию жизни, т.е. учитывать биоритмы. Нарушение биоритмической активности коррелирует со снижением уровня здоровья.

Таким образом, в современной науке человек представлен как биоэнергоинформационная система пирамидального типа, открытая и имеющая определенные пространственно-временные аспекты функционирования. Системное представление есть научный аналог холистического (целостного) подхода к человеку. С этих позиций медицина получает возможность действительно "лечить больного, а не болезнь".

### **Древние холистические системы**

Целостный подход к человеку разрабатывался в мировой философии и медицине с древности. Эти знания при современном их прочтении расширяют и углубляют научную концепцию о мире и человеке, способствуют ее развитию, дополняют системное представление о человеке.

Древнеиндийская система представляет человека как голограмму Космоса (человек как Микрокосм по отношению к Макрокосму, т.е. окружающему миру). Структура его включает семь тел, состоящих из тех же видов материи, что и окружающее пространство. Согласно этому учению, мир состоит из материи разной степени плотности. Вещественные и информационно-энергетические компоненты в частицах этих видов материй находятся в разных соотношениях: чем больше удельная доля вещественного, тем грубее, плотнее материя, и наоборот. Человек состоит из таких же видов материи, и за счет этого по резонансу может контактировать с соответствующими мирами. По степени плотности материи тела человека представляют собой следующий ряд: физическое (самое плотное), эфирное (праническое, или энергетическое), астральное (эмоциональное), ментальное, или мыслительное (делится на "ум конкретный" — Кама манас, или "ум желаний", и высший, абстрактный — просто Манас). Далее следует тело Мудрости—Любви—Интуиции (Буддхи) и Истинное Я (Атем) в отличие от ложного Эго. Послед-

нее представляет собой Личность, с которой человек идентифицирует себя в обычной жизни, но которая по сути своей является набором одежд, инструментарием, с помощью которого истинное Я проявляет себя в человеке и получает опыт жизни. После смерти четыре низших тела разрушаются. Манас, Буддхи и Атем являются духовной триадой человека, его вечным началом и изображаются треугольником вершиной вверх. Низшие четыре тела изображаются квадратом. Смысл жизни человека — в эволюции его сознания, поэтому тела, составляющие квадрат, соединены с духовной триадой нитью сознания, жизни — Антахкараной ("серебряная нить").

Каждое тело, согласно древнеиндийским воззрениям, имеет свой энергетический центр — чакрам (чакру). Пять низших чакр представляют собой так называемый сенсориум, так как на соответствующих им уровнях познание происходит с помощью органов чувств. Шестая чакра (Аджна) является интегратором и отвечает за шестое чувство (интуицию). Последовательно осваивая энергии чакр, человек осваивает питаемые ими тела и тем самым расширяет и возвышает свое сознание. Последней чакре (Сахасраре) соответствует целостное состояние сознания — Нирвана.

Лучше всего чакры просматриваются в эфирном теле — в виде вихревых образований на передней стороне позвоночника. Там же через чакры, связывая их по вертикали, проходят три основных энергетических канала (нади). Начинаются они в первой чакре, возле копчика, где "спит" жизненная сила в виде змеи Кундалини, и выходят за пределы организма через ноздри, а центральный канал — через большой родничок. Выделены также ручные и ножные энергетические каналы, наряду с огромным количеством более мелких.

Таким образом, энергетическая структура человека, которой в индуистской системе придается огромное значение, представлена в виде цветка в эфирном теле: стебель (три канала, идущих вдоль позвоночника с чакрами), корни и листья (ножные и ручные каналы) и венчик, в виде которого энергия растекается над головой (так называемый тысячелепестковый лотос). Работая с энергетической структурой, можно ускорять свою эволюцию, управлять процессами жизнедеятельности, укреплять здоровье.

С функционированием чакр связаны информационно-энергетические потоки, называемые пятью пранами, которые имеют отношение к формированию и функционированию физического тела.

В древнеиндийском трактате о жизни "Аюрведе" человек и его болезни рассматриваются согласно теории пяти первоэлементов (эфир, воздух, огонь, вода, земля), теории трех дош, или трех принципов, составляющих тело (вата, питта, капха), и триады жизни — тело, ум и духовное сознание. Пять первоэлементов являются носителями разных качеств. Сочетание этих элементов лежит в основе формирования трех дош, а сочетание последних определяет его физическую конституцию. Психическая конституция определяется тремя качествами, тремя ментальными энергиями (раджас — движение, тамас — инерция и саттва — гармония). Все аюрведическое оздоровление стремится к уравниванию телесных и психических свойств. Равновесие

это устанавливается через успокоение психики и гармонизацию дош. Последние начинают действовать на "стыке" сознания и тела, где мысль обретает материальную форму, и поэтому через них можно наладить диалог сознания и тела.

Существует три основных типа конституции человека в зависимости от того, какая доша доминирует. Установление типа конституции помогает выбрать правильный режим жизни, диету, физические нагрузки, меры профилактики болезней.

Таким образом, древнеиндийские представления о человеке характеризуются холистическим подходом, восприятием человека как целостного в самом себе и единого с Миром. Они самым тесным образом перекликаются с современными научными взглядами. Эта прекрасно разработанная система с высокой эффективностью используется и в настоящее время и вызывает к себе все больший интерес медиков благодаря своим естественным ненасильственным принципам.

Второй ветвью знаний о человеке и его здоровье, эффективно используемой в современной медицине, является древнекитайская система. Это учение можно рассматривать как прообраз системного подхода к человеку, но разработанного на другой основе. В нем представлены не только структурно-функциональные аспекты организма, но и множественные связи между элементами, делающие человека единым целым. Интересно, что в характере этих связей (активизация, угнетение, торможение, противоугнетение) просматривается аналогия с современным представлением о механизмах самоорганизации биосистем.

Философской основой древнекитайского учения о человеке и его здоровье является представление о двух мировых началах — инь и ян, пяти первоэлементах (У-СИН — пять начал) и жизненной энергии — энергии Чи. Инь и ян являются противоположными принципами, которые в то же время взаимосвязаны, взаимообусловлены и способны трансформироваться друг в друга. Вся жизнь есть отражение этих взаимопереходов. Пять первоэлементов (дерево, огонь, вода, металл, земля), в качестве "начала" для которых считается "воздух" или "животворное дыхание", следует рассматривать как символы, категории, аналоги стихий окружающего мира. Первоэлементы находятся в постоянном движении, они имеют различные свойства, но зависят друг от друга и тесным образом связаны, поддерживая относительный баланс. Функционально системы и органы человеческого организма относятся к различным первоэлементам, кроме того, они разделены по принципу инь и ян. Между ними существуют множественные взаимные влияния, обусловленные потоками энергии Ч и.

Энергия Чи (прана) является одной из материальных основ функционирования организма, и все изменения в органах и системах являются следствием движения и изменения Чи. Она считается равнодействующей всех биоэнергетических процессов в организме. Она бывает врожденной и приобретенной. Источник приобретенной Чи — дыхание и питание.

Чи подвергается изменениям в организме, бывает разного качества. Ее

можно наращивать и гармонизировать и за счет этого управлять своим здоровьем.

Энергия Чи циркулирует по инь- и ян-каналам и коллатералям (система цзин-ло), имеющим на коже точки связи с внешней средой — биоактивные точки. Эти точки (как и каналы) не имеют морфологического субстрата (хотя обычно располагаются возле нервных окончаний или в сосудистой зоне), характеризуются рядом физических параметров, в частности снижением электросопротивления. Через систему покровов происходит интенсивный обмен энергией между организмом и внешней средой. По состоянию биоактивных точек можно судить о функции внутренних органов (диагностика) и через эти же точки возможно целенаправленное воздействие на организм (лечение). Система цзин-ло, наряду с нейрогормонально-иммунной регуляцией, обеспечивает адаптацию организма к среде. Физическую природу этой системы следует искать в природе энергий. Очевидно, она является китайским вариантом разработки индийского учения о нади. Биоактивные точки не являются жестко постоянными по своей величине и активности, количество их также может меняться, в частности, снижаться под влиянием неблагоприятных факторов (например, ионизирующей радиации).

Система У-СИН, наряду с чисто соматическими, демонстрирует также психосоматические взаимосвязи. С преимущественным накоплением энергии в том или ином первоэлементе (и, следовательно, в соответствующих ему органах) связаны определенные эмоциональные состояния. Так, дереву соответствует гнев, огню — радость, воде — страх и т.д. Таким образом, древнекитайской философско-медицинской системе присущ целостный подход к человеку, включающий телесный и психический аспекты. И в этом источник интереса к ней со стороны современной медицины.

Для славянской традиции также характерен холистический подход к человеку. Жизнь человека при этом (символом ее является крест) представляется в ней как завершённый динамический цикл, за которым следует продолжение (точка над крестом).

Таким образом, из проведенного обзора следует, что принцип холизма, пришедший к нам из древности, является самым удовлетворяющим подходом к пониманию феномена человека. Аналогом его в современной науке является системный подход.

### **Здоровье и его механизмы с позиций системного подхода**

Чтобы понять систему, следует рассматривать как внутренние, так и внешние аспекты ее функционирования. Последнее предполагает выход из системы, ответ на вопрос, для чего она существует, и оценку ее деятельности в масштабе большего порядка. Для человека — это окружающая среда, в которой он выполняет свои биологические и социальные функции.

Внутреннее состояние человека может быть оценено по степени гармоничности системы, т.е. внутрисистемного порядка. Этот порядок определяется информационной компонентой системы, для физического тела — это ге-

нетический код и нейроэндокринно-иммунный комплекс, для психики - архетипальная структура и механизм осознания.

Но как соотносится внутреннее и внешнее функционирование системы? Носителем этой связи является прежде всего энергия, выделяемая системой для поддержания своей упорядоченности и осуществления биологических и социальных функций. Чем более гармоничны психика и тело тем легче проходят через их структуру информационно-энергетические "потoki жизни", тем легче и полнее осуществляются жизнеотправления, больше выделяется энергии на выходе. О связи энергетичности биосистемы и ее жизнеспособности писал еще в 1922 г. В.И.Вернадский.

Предболезнь и болезнь характеризуются частичным нарушением внутрисистемного порядка, гармоничности системы, сопровождающимся подавлением жизнепроявлений. Полного хаоса в биосистеме никогда не бывает, так как она погибает раньше, чем будет полностью разрушена ее упорядоченность. Если рассматривать здоровье как внутрисистемный порядок, то какова может быть методология его оценки? Какой аспект — информационный, энергетический или пластический — может быть положен в ее основу?

Возможна оценка по информационной компоненте, отражающейся в степени гармоничности системы. Это может быть определение величин и соотношений интегральных регуляторных параметров, соотношения различных физиологических показателей, гармоничности психики, проявления психосоматической гармонии и др.

Однако точнее всего состояние системы можно оценить по конечному результату ее действия, по выходу. На выходе системы выявляется прежде всего энергия, за счет которой осуществляется воздействие на окружающую среду. Количество этой энергии коррелирует с жизнеспособностью, с которой, в свою очередь, связано понятие индивидуального здоровья. Кроме того, энергетический потенциал является интегральным показателем работы системы, его можно градуировать и отразить в уровнях здоровья. Что касается показателей пластического состояния системы, то они могут быть положены в основу оценки формирования организма, но, будучи инертными, ригидными, не могут отражать быстро меняющуюся динамику здоровья. Поэтому при определении здоровья ключевыми словами являются только два: "мощность" ("сила") и "гармония".

Учитывая вышесказанное, можно дать следующее рабочее определение здоровья: "Здоровье — это гармония, внутрисистемный порядок, обеспечивающий такой уровень энергетического потенциала, который позволяет человеку хорошо чувствовать себя и оптимально выполнять биологические и социальные функции".

Под саногенезом (валеогенезом) понимают происхождение здоровья (лат. *sanus* — здоровый; греч. *genesis* — происхождение). Механизмы саногенеза, согласно современным представлениям, — это автоматические механизмы самоорганизации человека, обеспечивающие формирование, сохранение и укрепление его здоровья. В основе их лежат регуляторные контуры, представленные прямыми и обратными связями. За счет самоорганизации

живое существо поддерживает свою упорядоченность, препятствует разрушению и тем самым вступает в противоречие со вторым законом термодинамики. Эти механизмы работают постоянно — и в состоянии здоровья, и при болезни. Происходит здоровье во-первых, из правильного формирования системы на ранних этапах жизни; во-вторых, из продолжающегося постоянного правильного формирования (поддержания, укрепления, восстановления) здоровья уже во взрослом состоянии.

Таким образом, первой базовой матрицей в саногенезе является процесс формирования, а сохранение и укрепление здоровья представляют собой управление в принципе теми же механизмами (с учетом возрастного аспекта), которые лежали в основе формирования. Иными словами, все эти механизмы являются яналогичными, различия между ними в основном количественные. Иллюстрацией данного положения может служить определение регенерации как механизма самовосстановления: "Регенерация — это вторичный ускоренный онтогенез" (Л.Д.Лиознер, 1974). Это означает, что при восстановлении своей целостности ткань повторяет, но в редуцированном и ускоренном варианте, те же фазы и при этом включаются те же механизмы, которые имели место в процессе ее формирования.

Механизмы саногенеза обеспечивают поддержание регуляторного, энергетического и структурного гомеостаза. Гомеостаз при этом понимается как состояние динамического равновесия внутри организма. Однако по отношению к окружающей среде любая живая система, как известно, ва да является неравновесной (Э.С. Бауэр, 1935). Это есть универсальное свойство живого. Механизмы самоорганизации обеспечивают динамическую устойчивость системы, т.е. сохранение себя в движении, в процессе обмена с окружающей средой.

Поскольку представление о самоорганизации связано прежде всего с информационным (на соматическом уровне - регуляторным) аспектом системы, то саногенетическую активность, лабильность и запас прочности саногенетических механизмов можно оценивать по характеру отклонения регуляторных параметров под влиянием физиологических и патологических нагрузок и возвращения их к исходным величинам. Чем шире размах функционирования этих механизмов (с последующим своевременным возвращением их к исходному), тем выше способность сохранить свое здоровье, выше уровень здоровья. Поэтому одним из подходов к оценке состояния физического здоровья является использование функциональных нагрузок. Аналогичные рассуждения могут быть справедливы и для психического уровня.

На соматическом уровне наиболее изученными механизмами саногенеза являются регенерация, физическая адаптация и компенсация. Пластические проявления всех этих механизмов (накопление массы тканей, их обновление либо восстановление целостности после повреждения, формирование структурного следа адаптации в виде гипертрофии и гиперплазии органов, испытывающих нагрузку, развитие компенсаторной гипертрофии) в основе своей связаны с регенеративным потенциалом тканей. Потенциал этот зависит от возраста и имеет различную величину в различных тканях. Различия

эти связаны с особенностями регуляторных влияний, представленных инсулиноподобными факторами роста, БАВ, гормонами и др.

Для понимания развития состояний, переходных между здоровьем и болезнью, остановимся подробнее на механизме компенсации.

Компенсация — это замещение недостаточной, утраченной или ослабленной функции за счет дополнительных таких же либо аналогичных параллельных механизмов. Известно, что в организме большинство функций многократно подстраховано и недостаточность какой-либо из них может быть компенсирована за счет расширения объема данной функции (в пределах нормы генетической реакции) либо активизации аналогичных функций, способных осуществить частичное замещение. Организация компенсаторной реакции происходит на уровне структурной организации, более высоком, чем тот, на котором возникло нарушение. Включение дополнительных функциональных ресурсов по принципу обратной связи стабилизирует работу регуляторного контура. Так, если имеет место нарушение на молекулярном уровне, например, в виде хронического уменьшения активности окислительно-восстановительных процессов, восстановление происходит за счет увеличения количества митохондрий (субклеточный уровень). Если же этого оказывается недостаточно, то процесс гипертрофии клеток дополняется проявлениями гиперплазии (клеточно-тканевый уровень), и т.д. Для развернутой картины болезни характерны признаки декомпенсации на организменном уровне. На психическом уровне также известен ряд компенсаторных реакций (например, механизм вытеснения психотравмирующей ситуации в подсознание, сублимация, регрессия), позволяющих человеку оставаться адекватным к окружающей среде. Задача валеолога — остановить развивающийся патологический процесс на ранних этапах его компенсации.

Регенерация, адаптация и компенсация обеспечивают индивидуальное здоровье в основном за счет влияния на формообразовательный процесс, восстанавливают форму тела, приспособливают ее к нагрузкам в физиологических условиях (адаптация) и при развитии болезни (компенсация).

Данный саногенетический аспект является наиболее наглядным и изученным. Но за пластическим потенциалом стоят регуляторные влияния и энергетические процессы, а реализация его определяется влиянием биополевой структуры.

Если же говорить непосредственно о жизнеспособности живой системы, то она связана в основном с энергетическим потенциалом, противостоящим разрушительным тенденциям в системе. Поэтому к механизмам саногенеза должны быть отнесены прежде всего автоматические процессы, способствующие формированию, сохранению и укреплению этого потенциала. Но данный аспект, по сравнению с пластическим, несмотря на свою актуальность, пока еще слабо изучен наукой.

В силу целостности человека механизмы саногенеза соматического и психического уровня взаимодействуют, связаны, причем ведущим при этом является психический план. Механизм связи — информационно-энергетический, он широко представлен в древних медицинских системах, но

слабо разработан в современной науке. Так называемый зов жизни, воля к жизни, Эрос (по З.Фрейду) извлекает функциональные резервы системы, повышает ее устойчивость, способствует ее самоорганизации. Однако в каждом человеке заложены и саморазрушительные тенденции, которые с возрастом усиливаются, это так называемый зов смерти — Танатос (по З.Фрейду). От соотношения Эроса и Танатоса зависит негэнтропия системы, ее способность к сохранению себя, своего здоровья.

С механизмами самоорганизации живой системы тесно связана ее неосознаваемая и осознаваемая деятельность, направленная на оптимизацию обмена с окружающей средой, — питания, дыхания, движения, психического и биоэнергетического обмена. Выбор условий обитания в значительной степени осуществляется человеком инстинктивно. Поэтому в широком понимании механизмов здоровья к ним могут быть отнесены и эти инстинктивные проявления, способствующие самоорганизации системы.

Очевидно, что механизмы здоровья как механизмы самоорганизации постоянно действуют в организме как в условиях здоровья, так и при болезни, обеспечивая выздоровление. Активность этих механизмов можно поддерживать, активизировать, направлять, тренировать, создавать условия для ее проявления, и это составляет суть работы врача-валеолога.

В заключение следует сказать, что человечество переживает сейчас особый период, когда меняется направление интересов от технократических задач к изучению человека как феномена, его взаимоотношений с внешней средой, раскрытию тайн психической деятельности. XXI век будет веком психологии. Созданию этого синтетического представления о природе человека способствует взаимопроникновение культур Востока и Запада, формирование единой планетарной культуры. В учение о человеке Запад внес прежде всего знание физического тела, Восток — целостное представление. Наука переоткрывает сейчас древние истины, переводя их на свой язык. Этому способствует переход ее с дифференцировочного этапа на интегративный, использование синтетических подходов, в т.ч. системного.

Только при таких условиях, возродивших холистическую традицию, стало возможным понимание человека, сути здоровья и его механизмов и в конечном счете — создание науки о здоровье человека.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Марачев А. Г. и др. Патология человека на Севере.
2. Агаджанян Н. А. Проблема адаптации и экологии человека// Экология человека. Основные проблемы . М.: Наука, 1988.- С. 93-103.
3. Агаджанян Н. А. Человек и биосфера (Медико-биологические аспекты). М.: Знание, 1987.
4. Агаджанян Н. А. Человеку жить всюду. М.: Советская Россия, 1982.
5. Агаджанян Н. А. Экология человека: современное состояние и перспективы развития// Вестник академии медицинских наук СССР, 1989 № 8, С. 4-14.
6. Агаджанян Н.А., Бяхов М.Ю., Токмалаев А.К. Экология человека и здоровье: экологические проблемы эпидемиологии. – М.: Издательство «Просветитель», 2001. – 128 с.
7. Акимущкин И.И. Невидимые нити природы. – М.: Мысль, 1985. – 287 с.
8. Алексеева Т. И. Адаптивные процессы в популяциях человека. М.: изд-во МГУ, 1986. Апостолов Е., Мичков Х. Урбанизация: тенденции и гигиено-демографические проблемы. Пер. с болг. М.: Медицина, 1977.
9. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология/ Серия «Гиппократ». Ростов н/Д.: Феникс, 2000. – 248 с.
10. Вернадский В. И. Биосфера. М.: Наука, 1967.
11. Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. М.: Наука, 1994. – 631 с.
12. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1934, с. 11-49.
13. Влияние окружающей среды на здоровье человека. Доклад Комитета экспертов ВОЗ. М.: Медицина, 1974.
14. Войткевич Г. В., Вронский В. А. Основы учения о биосфере. М.: Просвещение, 1989. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация. М.: Наука, 1986.
15. Городницкая В. Живое — живому. М.: Знание, 1987.
16. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Том 1-3. Пер. с англ. М.: Мир, 1990.
17. Гусев Е. М. Экологическая роль почвенных вод и их ресурсы// Водные ресурсы, 1980, № 5. С. 110-121.
18. Дажо Р. Основы экологии. 1975. М.: Прогресс, 415 с. (доп.).
19. Дерпгольц В. Ф. Мир воды. Л.: Недра, 1979.
20. Деряпа Н. Р., Рябинин И. Ф. Адаптация человека в полярных районах Земли. Л.: Медицина, 1977.
21. Зарубин Г. П., Новиков Ю. В. Гигиена города. М.: Медицина, 1986.
22. Небел Б. Наука об окружающей среде. В 2-х томах. М.: Мир (доп.).
23. Петрашов В.В. Начало нооценологии. – Обнинск, «Принтер», 1998. – 277 с.

24. Пианка Э. Эволюционная экология: Пер.с англ. /Перевод Гилярова А.М., Матвеева В.Ф.; - М.: Мир, 1981. – 400 с. (доп.).
25. Природные минералы на службе здоровья человека. Агаджанян Н.А., Антонов А.Р., Архипов С.А., Бгатов А.В. и др. Новосибирск, 1999. – 148 с.
26. Реймерс Н.Ф. Экология. М.: Россия молодая, 1994. 361 с.
27. Современные проблемы экогигиены. Захарченко М.П., Гончарук Е.И., Кошелев Н.Ф., Сидоренко Г.И. и др. – Киев. – Хрещатик. – 1993. Т. I. – 174 с.
28. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней. Т.1. Диалектика биосферы и нообиосферы. – М.: Гелиос АРВ, 1999. – 410 с.
29. Чиркова Э.Н. Иммуноспецифичности волновой информации в живом организме. М.: Новый Центр, 1999. – 304 с.
30. Шилов И.А. Экология: Учебник для биологических и медицинских спец. Вузов. – 2-е изд. испр. – М.: Высш. Шк., 2000. – 512 с. (осн.).